



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA – DBI**

**PEDRO LEONARDO BARRETO DE JESUS**

**SIMULADORES COMO FERRAMENTAS AUXILIADORAS NO  
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA**

**São Cristóvão - SE**

**2018**

**PEDRO LEONARDO BARRETO DE JESUS**

**SIMULADORES COMO FERRAMENTAS AUXILIADORAS NO  
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas –  
Licenciatura, da Universidade Federal de Sergipe – UFS,  
como requisito para obtenção do Título de Licenciatura em  
Ciências Biológicas.

Orientadores: Prof. Dr. Alexandre Liparini Campos e Prof.  
Dr. Hector Julian Tejada Herrera

**São Cristóvão - SE**

**2018**

**PEDRO LEONARDO BARRETO DE JESUS**

**SIMULADORES COMO FERRAMENTAS AUXILIADORAS NO  
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas –  
Licenciatura, da Universidade Federal de Sergipe – UFS,  
como requisito para obtenção do Título de Licenciatura em  
Ciências Biológicas.

Orientadores: Prof. Dr. Alexandre Liparini Campos e Prof.  
Dr. Hector Julian Tejada Herrera

ORIENTADORES: Prof. Dr. Alexandre Liparini Campos e Prof. Dr. Hector Julian Tejada  
Herrera

Aprovado em: \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Orientador

---

Co-orientador

---

1º Avaliador

---

2º Avaliador

**São Cristóvão - SE**

**2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha mãe, Maria de Lourdes Barreto de Jesus por sempre ter estado presente em minha vida, pelos exemplos de força e determinação, por me estimular aos estudos e pelos exemplos de dignidade e lealdade.

Aos Professores Alexandre Liparini Campos e Hector Julian Tejada Herrera, pelos apoios prestados e contribuições técnicas que permitiram a realização deste trabalho.

Ao corpo docente altamente preparado da Universidade Federal de Sergipe, que favoreceram o meu desenvolvimento referente à esfera técnica conceitual e educacional, sendo ressaltado aqui, o grande dever da profissão docente na formação de cidadãos críticos e conhecedores dos dispositivos constitucionais.

Às minhas irmãs Márcia e Priscilla, aos meus amigos e aos meus companheiros de graduação.

“Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução.”

(Theodosius Dobzhansky, 1973)

## RESUMO

O presente estudo se trata de uma pesquisa quanti-qualitativa sobre o uso de uma ferramenta computacional denominada Netlogo, aplicada aos graduandos e graduados do curso de Ciências Biológicas, a fim de testar o seu uso potencial com professores do Ensino Médio. Como pré-requisito, aos alunos participantes, os mesmos deveriam ter cursado as disciplinas de psicologia da aprendizagem e evolução, de modo a evidenciar suas percepções e conhecimento sobre essas temáticas. A aplicação dos questionários e apresentação da ferramenta ocorreu na Universidade Federal de Sergipe a 30 entrevistados em fase de graduação ou já graduados – UFS. O estudo buscou promover o contato dos pesquisados com a simulação computacional de processos biológicos/evolutivos e identificar aspectos relacionados com ensino-aprendizagem e conceitos ligados à teoria evolutiva. Foram apresentados dois questionários um antes da interação com a simulação e outro posterior juntamente com um teste, de modo a observar se a interação com o recurso contribuiria para melhoria dos conceitos apresentados. Em síntese, observou-se a utilização de termos equivocados nas afirmações quanto a questões propostas, por parte dos entrevistados, além de interpretações erradas sobre o conceito de seleção natural. No entanto, houve uma melhora substancial após a utilização do simulador, por outro lado, a divulgação desse recurso contribuirá para que os mesmos possam trabalhar em sala de aula temas abstratos citados por eles, como: genética, evolução e ecologia uma vez que o Netlogo porta uma vasta biblioteca incluindo esses e outros temas.

**Palavras-chave:** Evolução; TIC's; Netlogo; Ensino-aprendizagem.

## **ABSTRACT**

The present study is about a quantitative and qualitative research on the use of a computational tool called Netlogo applied to undergraduates and graduates of the Biological Sciences course in order to test their potential use with high school teachers. As a prerequisite, the participating students should have studied the disciplines of learning psychology and evolution, in order to show their perceptions and knowledge about these subjects. The application of the questionnaires and tool presentation took place at the Federal University of Sergipe to 30 interviewees graduates or graduates - UFS. The study sought to promote the contact of the respondents with the computational simulation of biological/evolutionary processes and to identify aspects related to teaching and learning and concepts related to evolutionary theory. Two questionnaires were presented one before the interaction with the simulation and another one with a test, in order to observe if the interaction with the resource would contribute to the improvement of the presented concepts. In summary, we observed the use of misleading terms in the statements regarding proposed questions, as well as misinterpretations about the concept of natural selection. However, there was a substantial improvement after the use of the simulator, on the other hand, the dissemination of this resource will help them to work in the classroom abstract themes cited by them, such as: genetics, evolution and ecology since the Netlogo door to a vast library including these and other topics.

**Key words:** Evolution; Netlogo; Teaching-learning; TIC's.

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1- O Ensino da Evolução .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2- A Formação dos Docentes .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 - As teorias do ensino-aprendizagem segundo Piaget e Ausubel .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4- Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's).....</b>	<b>16</b>
<b>2.5- Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) no ensino da biologia .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 - NetLogo como recurso didático.....</b>	<b>19</b>
<b>3- PROBLEMATIZAÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>4- HIPÓTESE .....</b>	<b>20</b>
<b>5- OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1- Gerais: .....</b>	<b>20</b>
<b>5.2- Específicos: .....</b>	<b>21</b>
<b>6- METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1- Área de estudo.....</b>	<b>21</b>
<b>6.2- Procedimento técnico .....</b>	<b>22</b>
<b>6.3- Coleta de dados .....</b>	<b>22</b>
<b>6.4- Análise de dados .....</b>	<b>22</b>
<b>7- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>8- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICES:.....</b>	<b>40</b>



## 1- INTRODUÇÃO

É notado que a educação é um fator considerado relevante para as esferas sociais, econômicas e políticas, e nesse sentido, esta contribui diretamente para a ampliação da formação dos indivíduos, para que através da aquisição dos conhecimentos, seja possível democraticamente minimizar as desigualdades presentes no atual sistema (AKKARI, 2001; RESENDE e WYLLIE, 2006; CUNHA *et al.*, 2009). Sendo assim, é a qualidade e não a quantidade dos processos educacionais um fator de extrema relevância para o desenvolvimento dos países (BARRO; LEE, 2010; ANDRADE, 2011).

A educação no Brasil teve uma importância secundária ao longo da história e, apesar de todo esforço e planejamento que vem sendo realizado, o ensino ainda apresenta características distantes das idealizações (BELLO, 2001). Diversas variáveis podem interferir nas rotinas escolares, consequentemente, afetando o aprendizado dos estudantes, e é importante ressaltar que os objetivos específicos da escola, como também a especificidade das atividades propostas, e os recursos utilizados constituem os aspectos que poderiam melhorar de maneira substancial as práticas pedagógicas e o aprendizado (VERGARA, 2005; MEDEIROS, 2014).

Entre as dificuldades encontradas referentes ao ensino, pode-se destacar que o emprego de metodologias facilitadoras dos processos de aprendizagem podendo ser suficiente para proporcionar maior compreensão dos conteúdos de maneira mais eficaz e significativa (MOREIRA, 2006). As metodologias facilitadoras se definem como métodos de aprendizagem nos quais conteúdos assimilados são relacionados com conceitos relevantes, objetivos e acessíveis nas estruturas cognitivas do aprendiz (BOCK *et al.*, 2008).

Dentre as várias reformas e sugestões compreendidas no presente Plano Curricular Nacional (PCN), se confirma a necessidade da utilização de informática e outras tecnologias, pois estas promovem mudanças importantes nas áreas do conhecimento e aprendizagem, que são de suma importância e ocupam um ponto central nos processos de desenvolvimento humano e em geral (BRASIL, 2000).

A sociedade contemporânea vem passando por mudanças nos mais diversos setores, dando ênfase ao campo das tecnologias da informação e comunicação (TIC's), que tem revolucionado a maneira como os computadores conectados à internet ampliaram os meios de

informação, construção e divulgação dos mais diversos conhecimentos (TELLAROLI e ALBINO, 2010).

Devido ao fato das teorias científicas, como a da evolução biológica, possuírem alto grau de complexidade e abstrações consideráveis, o seu ensino e comunicação é de difícil acesso aos alunos. Essa problemática tem sido observada tanto no nível fundamental como no médio, desta forma, verifica-se a necessidade de adequações no ensino de Ciências e Biologia (BRASIL, 1998), utilizando de diversos recursos didáticos dentre eles a tecnologia.

Assim, os usos de ferramentas baseadas em ambientes computacionais representam uma importante alternativa de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, pelo fato de concretizar determinados conceitos e maximizar a assimilação de conteúdos ministrados aos alunos, tornando os processos de aprendizagem mais dinâmicos e prazerosos. Verifica-se que a utilização da informática no processo de ensino estimula e torna mais tangível ao aprendiz a relação da teoria com a prática, conseqüentemente contribuindo no ensino-aprendizagem de temas abstratos (SILVA, 2003).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ministério da Educação quanto à capacitação dos professores, se evidencia que além das várias dificuldades recorrentes na educação básica, se destaca o despreparo dos professores uma vez que suas metodologias se mantiveram especialmente num aspecto tradicional, que conseqüentemente, não tem contemplando algumas características necessárias para uma prática docente de qualidade, como exemplo: (i) o desenvolvimento de práticas investigativas; (ii) a aplicação de novas metodologias, (iii) estratégias de ensino e materiais de apoio; (iv) desenvolvimento de hábitos de colaboração e trabalho em equipe; além de outras práticas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2015).

Diante das argumentações acima apresentadas, o presente estudo vem buscar um levantamento de evidências em trabalhos sobre aprendizagem fundamentalmente embasadas nas teorias da aprendizagem significativa e construtivista, que por sua vez, apontam para a importância da contextualização dos conteúdos além de sua materialização, como peças essenciais do aprimoramento das estruturas cognitivas.

Considerando esse pressuposto será utilizado como forma de materialização e contextualização dos conceitos uma plataforma digital denominada de NetLogo, utilizada em

processos de simulações e modelagens de conceitos científicos diversos. Além de divulgar a ferramenta didática presente nesse trabalho procura-se validar sua aplicabilidade.

## **2- REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1.1- O Ensino da Evolução**

A teoria da evolução biológica é considerada pela ciência como o eixo central e unificador em Biologia e no ensino desta (FUTUYMA, 1993; WOLF, 2013), segundo o geneticista Theodosius Dobzhansky (1973 apud AZEVEDO, 2013, p. 9): “Vista à luz da evolução, a Biologia é, talvez, a Ciência mais satisfatória e intelectualmente inspiradora. Sem essa luz ela se torna uma imensa pilha de fatos, alguns interessantes e curiosos, mas que não têm significado algum num contexto mais amplo”.

Representando um elemento de caráter unificador dentro das Ciências e Biologia, a compreensão da Biologia moderna é incompleta sem o entendimento da teoria da evolução (VALOTTA *et al.*, 2000). No entanto, mesmo sendo considerada uma das bases da biologia por cientistas e filósofos da ciência, a evolução biológica não tem sido tão abordada no processo de ensino em ambientes escolares, podendo em certos casos, ser totalmente suprimida ou superficialmente abordada (PACHECO e OLIVEIRA, 1997).

Verifica-se a relevância da evolução para a área da biologia e assim é notada a necessidade de uma melhor forma de abordagem desta no âmbito escolar. No entanto, antes da aplicação de novas estratégias para o ensino em evolução, é necessário compreender quais os principais argumentos que levam os alunos a terem dificuldades no ensino e aprendizagem desta, para que surjam novas possibilidades e estratégias de ensino que, sejam mais eficazes em minimizar esses problemas.

Estudos realizados por pesquisadores procuraram definir quais possíveis motivos afetariam negativamente a abordagem de evolução nas escolas. Alters e Alters (2001) discutem que as razões substanciais para rejeitar à evolução nem sempre estão diretamente ligadas a questões criacionistas. Além disso, diversos aspectos podem influenciar e gerar uma resistência quanto à evolução biológica, por esse motivo, questões tanto de cunho religiosas, ou não religiosas, ou ainda, a combinação de ambas pode impactar negativamente no aprendizado dessa temática.

Segundo Tidon e Lewonti (2004) fatores que concorrem diretamente para desenvolvimento dessas dificuldades é o fato da evolução geralmente abordada nas aulas de biologia, no final do terceiro ano do Ensino Médio, principalmente sendo fragmentada em relação aos outros temas trabalhados nas aulas, e, além disso, se nota que quando abordada é de maneira desconectada das outras temáticas ou assuntos previamente construídos.

Notando-se que essa pouca interação e relações estabelecidas com outras áreas da biologia quanto às temáticas previamente abordadas tornam a evolução um tema isolado no ensino de biologia, sendo que, além disso, dificulta a aprendizagem dos alunos sobre conceitos e noções essenciais para uma compreensão precisa da evolução dos seres vivos (TIDON e LEWONTI, 2004). As Orientações Curriculares para o Ensino Médio destacam e põem em evidência a importância dessa disciplina para a aprendizagem em biologia, compondo ainda subsídios para discussões em outros temas (BRASIL, 2006).

Almeida e Falcão (2005) relatam ainda que a evolução é central e unificadora na conceitualização nos temas da biologia, no entanto, esse conceito é apresentado em diversos estudos, como um tema particularmente insatisfatório e altamente difícil, tanto no ensino, por parte dos professores, quanto na aprendizagem dos alunos.

Outras problemáticas relacionadas às abordagens dos temas evolutivos surgem da intrínseca dificuldade de abstração do próprio conteúdo, além disso, destaca-se uma grande quantidade de termos científicos que os alunos devem assimilar. As dificuldades no ensino decorrem ainda do confronto entre as hipóteses geradas pelo senso comum com o conhecimento científico, confusões conceituais à cerca do tema, além de outras dificuldades que potencialmente afetam o seu ensino e a sua aprendizagem (TIDON e LEWONTI, 2004).

Quanto à aprendizagem dos conceitos científicos, Talim (1999, p. 143) comenta que:

[...] o fator preponderante que dificulta a aprendizagem de conceitos científicos, reside nos conceitos ou concepções espontâneas que os alunos adquirem antes da instrução formal. Esses conceitos espontâneos são muito resistentes às mudanças pelas técnicas habituais de ensino utilizadas pelos professores.

O grande destaque referido à teoria da evolução biológica nos diversos meios da sociedade, além do ambiente escolar, devido a sua essência problematizada e repleta de influências que variam de acordo com o contexto dos indivíduos, pois, a realidade em que os mesmos estão inseridos formam suas concepções. Com isso verifica-se que as relações de poder na sociedade influenciam na formação dos indivíduos e que esta poderá determinar a

sua aceitação ou resistência ao conhecimento científico (FERREIRINHA e RAITZ, 2010). Assim, devem-se desenvolver estratégias que possibilitem novas perspectivas nos alunos, para lhes permitir que confrontem as suas representações com o conhecimento escolar, provocando mudanças e desenvolvendo a sua criticidade.

Para tentar se resolver alguns problemas relacionados ao ensino e aprendizagem de conceitos biológicos, é notado que as ferramentas digitais podem demonstrar aspectos visuais e interativos, características que podem promover uma melhor compreensão de temas mais abstratos nos conteúdos escolares, pois assim, os conteúdos podem ser apresentados através da linguagem, no entanto, reforçados visualmente com a apresentação de uma imagem ou simulação, resultando num processo de assimilação mais eficaz (SCHMIDT e FILHO, 2007).

Além de facilitar a compreensão, estas ferramentas podem ser usadas para promover o desenvolvimento intelectual, a capacidade criativa e investigativa dos alunos ao se permitir que eles controlem e alterem as variáveis (VALENTE, 1993), e ao se propor problemas dentro do tema que possam ser solucionados com o auxílio desse tipo de recurso.

### **2.1.2- A Formação dos Docentes**

Alguns estudos têm verificado uma formação deficiente em profissionais da área do ensino de biologia quando integrada à evolução, além disso, ocorre de muitos professores não ensinarem essa teoria e, por outro lado, evitam questões polêmicas em sala (COIMBRA e SILVA, 2007). No entanto, é dever do docente trabalhar a construção desses conhecimentos com os estudantes (CERQUEIRA *et al.*, 2007).

Segundo Carniatto e Aragão (1999), para alguns graduandos de um curso noturno de biologia, as concepções de natureza criacionista são predominantes. Isso sugere que o processo de instrução em nível superior está sendo insuficiente para esclarecer ao especialista em biologia, esse cenário baseado em desinformações e conflitos sobre as concepções pessoais de cunho religiosos relacionados aos conceitos científicos para explicar os fenômenos biológicos culminam para um entendimento sobre evolução muito próximas das concepções do senso comum.

Estudos que traçaram um perfil acadêmico e profissional de professores de diferentes escolas de Novo Hamburgo-RS, apresentam resultados que revelam fortes influências baseadas em crenças de fundo religiosas na perspectiva de professores (COIMBRA e SILVA,

2007). O estudo de Licatti e Diniz (2005) procurou avaliar as perspectivas sobre o conhecimento em evolução e destacaram-se problemas conceituais nos docentes e quanto ao ensino, com resultados indicativos de uma formação fragmentada e focadas na memorização de informações.

Tidon e Lewontin (2004), afirmam que, as dificuldades no ensino e na aprendizagem da evolução, estão em concepções alternativas, que frequentemente são incompatíveis com as teorias científicas, mas que essencialmente são difíceis quanto a modificações, pois essas concepções estão intrinsecamente presente na cultura tanto dos estudantes como também dos professores.

Vários fatores podem gerar dificuldades para que professores possam trabalhar os conteúdos da biologia evolutiva no ensino médio como: problemas com o material didático e com o currículo escolar, falta de compreensão dos alunos sobre o tema e concepções equivocadas dos próprios docentes quanto aos mecanismos evolutivos (TIDON e LEWONTIN, 2004). Além disso, nota-se que a deficiência no processo de formação dos professores sobre essa temática é persistente (AMORIM e LEYSER, 2009).

### **2.3 - As teorias do ensino-aprendizagem segundo Piaget e Ausubel**

A aprendizagem humana é progressiva em todo o desenvolvimento. Diante da complexidade de aprender atividades e tarefas indispensáveis para a sobrevivência humana, é que foram criados meios educacionais e escolas para tornarem mais eficientes estes processos, de modo a promover que os aprendizes avancem no sentido aos sistemas conceituais que não se internalizariam espontaneamente, destaca-se, por conseguinte a orientação docente mediando à construção do saber aos ensinando (CASTORINA *et al.*, 2006).

A partir do pensamento piagetiano para o contexto da aprendizagem, verifica-se que tanto o âmbito escolar e o professor precisa centrar nos alunos os objetivos pedagógicos, levando em consideração as vivências dos estudantes. (HECKLER, 2004). Para Piaget o conhecimento não é algo estático, ocorrendo a partir da ação do sujeito sobre o ambiente e só se constitui mediante a estruturação da experiência ao significado que lhe é atribuído, desta forma a significação resulta em uma possibilidade de assimilação (CAMPOS, 1998).

Para que ocorra evolução natural-cognitiva da obtenção de conhecimentos foram definidos por Piaget em quatro estágios no qual, os sujeitos evoluem do estado de pleno desconhecimento até o da capacidade de abstração (PIAGET, 1973).

O 1º estágio é sensório-motor, trata-se de uma atividade intelectual, é de natureza essencialmente motora e sensorial. Neste caso, a principal característica desse período é a ausência da função semiótica, assim, a criança vê, mas não representa mentalmente os objetos. No 2º Estágio denominado de pré-operacional ou subestágio das operações concretas, ocorre associação entre a observação e o objeto, promovendo distinção entre um significante (imagem, palavra ou símbolo) do significado (o objeto ausente), assim, ressalta-se a importância do caráter lúdico do pensamento simbólico na educação (PRÄSS, 2008).

O 3º Estágio é o de Operações Concretas, neste o sujeito começa a operar sobre objetos, é capaz de relacionar diferentes aspectos e abstrair dados da realidade, mas ainda, depende do mundo concreto para chegar à abstração. Nesta fase é possível usar o raciocínio lógico para a maior parte dos problemas práticos (PIAGET, 1973; SANTOS, 2008).

No 4º Estágio de Operações Formais o indivíduo já é capaz de ponderar não apenas sobre os objetos, mas também sobre situações hipotéticas, dessa forma ocorre uma adaptação à realidade, com pensamento de maneira lógica, a formulação de hipóteses e da busca de soluções (PIAGET, 1973).

Por outro lado, a teoria da assimilação ou aprendizagem significativa de David Paul Ausubel trata-se de uma teoria cognitivista, que procura explicar os mecanismos relacionados às estruturas cognitivas da mente humana com relação ao aprendizado e o conhecimento. Diferentemente de Piaget, cujo foco principal de pesquisa não era a aprendizagem, seu trabalho era focado nas fases do desenvolvimento mental (CAMPOS, 2008).

Os estudos de Ausubel concentravam-se principalmente numa metodologia concreta para o cotidiano acadêmico, que seriam baseadas na aprendizagem por descoberta, no entanto, ressalta-se a importância das aulas expositivas. Para ele a aprendizagem significativa é o meio humano mais eficiente para adquirir e assimilar informações em qualquer área do conhecimento (MOREIRA, 2011).

Um dos fatores que podem afetar o nível da aprendizagem é como determinado conteúdo é ministrado ao indivíduo, levando em consideração a sua especificidade e efetividade (MASSER, 1993; LANDIN, 1994). Nota-se que a atividade docente deve ser exercida com máxima competência, elaborando os materiais de ensino adaptados aos conteúdos e que atinjam um objetivo específico, estando adequados para auxiliar no desenvolvimento cognitivo/evolutivo natural do aluno (PENICHE, 2015).

## **2.4- Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais o processo de ensino de Ciências Naturais, executa-se mediante diferentes propostas educacionais, desenvolvidas ao longo das décadas e pautadas em elaborações teóricas. No entanto, muitos métodos de ensino estão baseados na transmissão de informações, efetuando-se como principal recurso o livro didático e sua transcrição para o quadro, por outro lado, tem se notado a incorporação dos novos avanços, desenvolvidos nas últimas décadas, focados no processo de ensino e aprendizagem de ciências em especial (BRASIL, 1998).

Devido ao fato das teorias científicas possuírem alto grau de complexidade e abstrações consideráveis, o que conseqüentemente tem tornado uma comunicação de difícil acesso aos alunos, essa problemática tem sido verificada tanto no nível fundamental como no médio, logo, conclui-se que o ensino de ciências requer adequações (BRASIL, 1998; BRASIL 2000).

As abordagens dos conteúdos baseadas em definições e classificações que devem ser decoradas pelo estudante divergem com as principais concepções e teorias da aprendizagem. Essas concepções teóricas garantem o processo de construção de significados pelo estudante quanto à aprendizagem, quando se observa uma aprendizagem significativa, a memorização de assuntos compreendidos e debatidos pelo estudante diferem radicalmente das informações obtidas mediante as repetições mecânicas de conteúdos (BRASIL, 1998).

Nota-se que nos países latino-americanos, dentre eles o Brasil, nota-se um empenho em promover alterações no âmbito educacional que conseqüentemente permitam uma superação na realidade da desvantagem do ensino de nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento quando comparadas aos índices de escolarização e nível de conhecimento em relação aos países desenvolvidos (BRASIL, 2000).

Dentre as várias reformas compreendidas nas normas do PCN's, se confirma a necessidade da utilização de informática e outras tecnologias, pois estas promovem mudanças significativas nas áreas do conhecimento, que são de suma importância e ocupam um ponto referencial nos processos de desenvolvimento humano (BRASIL, 2000).



Corroborar com essa informação supracitada o que consta como competências segundo a Base Nacional Comum Curricular sobre o uso de tecnologias e o que potencialmente podem promover no campo dos conhecimentos e aprendizagem.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9).

Segundo estimativas educacionais verifica-se a possibilidade de que nas próximas décadas, a educação vá se modificar mais rápido quando comparado às décadas anteriores, em decorrência principalmente das novas noções teóricas sobre a finalidade escolar, que atualmente são gradativamente estimuladas pela adesão às novas tecnologias (BRASIL, 2000).

A formação educacional geral é influenciada pelo maior entendimento das teorias da aprendizagem e simultaneamente à utilização das novas tecnologias e informática visam o desenvolvimento de competências como: (i) as capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, (ii) a capacidade de aprender, criar, formular, ao contrário de exercícios mecânicos de memorização, (iii) a capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico e crítico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, (iv) da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de problemas e, (v) das capacidades de se comunicar e buscar conhecimentos (BRASIL, 2000).

As competências supracitadas devem estar presentes nas esferas sociais de forma geral, pois contribuem para o exercício de uma cidadania democrática. Sendo assim, uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos de exercícios e memorizações, ou da fragmentação do conhecimento e da inacessibilidade aos instrumentos mais sofisticados de aquisição do conhecimento e da comunicação, conseqüentemente perpetua uma postura tradicional e distanciada das mudanças tecnológicas e sociais, potencialmente tendendo a se marginalizar, afastando-se dos processos que se desenvolvem no espaço e no tempo (BRASIL, 2000).

Considerando-se as notáveis dificuldades referentes ao ensino e aprendizagem que precisam ser superadas, as propostas curriculares para tornar a educação numa perspectiva contemporânea necessitarão atribuir como um dos seus pontos centrais as tendências e

adequações esperadas para o século XXI. O constante desenvolvimento da ciência, da tecnologia e o seu uso nas atividades cotidianas, conseqüentemente vem provocando mudanças bruscas nas relações sociais, assim essas tendências já provocam alterações significativas, que necessariamente precisam ser consideradas no âmbito educacional (BRASIL, 2000).

## **2.5- Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) no ensino da biologia**

As transformações que ocorrem na sociedade vêm surpreendendo pela sua velocidade, uma das mudanças que propôs grandes avanços foi o advento de novas tecnologias como os computadores e a conexão via Internet.

A sociedade vem passando por transformações culturais, mercadológicas e econômico-sociais ao longo de sua existência, porém, nos últimos anos a mudança foi surpreendente, no que diz respeito às novas Tecnologias da Informação na Comunicação (TIC's). Surge um novo meio de comunicação – o computador com conexões via internet – que modifica a forma de produção e disseminação de informações pautado no dispositivo comunicacional todos-todos, onde não existe apenas um emissor, mas sim milhares (TELLAROLI e ALBINO, 2010, p. 1).

Segundo Heckler (2004) o computador conectado à internet tem sido o recurso e veículo mais poderoso disponível aos usuários. Através do seu uso existe a possibilidade de que realizar diferentes tipos de pesquisas, simulações e conectar ou comparar os conhecimentos atuais aos conhecimentos antigos. No entanto, pode-se afirmar que está em sua fase inicial de experimentação, quanto a sua eficiência como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Para Kenski (2004), as revoluções proporcionadas pelo avanço das tecnologias computacionais são suficientes para afetar positivamente o processo de aprendizagem.

Na atualidade, as tecnologias precisam ser vistas como geradoras de oportunidades para alcançar essa sabedoria, não pelo simples uso da máquina, mas pelas várias oportunidades de comunicação e interação entre professores e alunos – todos exercendo papéis ativos e colaborativos na atividade didática (KENSKI, 2004, p. 66).

As tecnologias permitem aos alunos a aquisição de habilidades importantes para a contribuição do seu desenvolvimento cognitivo bem como a expansão do seu raciocínio crítico a cerca dos problemas a eles apresentados. No entanto, o professor precisa promover a aprendizagem do aluno, de modo que o mesmo possa construir o seu conhecimento, em ambientes que sejam estimulantes e desafiantes para a exploração, reflexão, a descoberta e o entendimento de conceitos relacionados com os problemas que se depararem (PAPERT, 1998).

O uso de tecnologias promovem no aluno o desenvolvimento de notáveis habilidades podendo ser um utilizador hábil e eficiente das novas tecnologias e:

Um construtor do seu conhecimento, um solucionador de problemas reais, um consumidor e produtor de informação, e um editor daquela que ele próprio produz, sendo esta ação, talvez a faceta mais inovadora de todo este processo (MARTINHO e POMBO, 2009, p. 528).

## **2.6 - NetLogo Como Recurso Didático**

As descrições contidas no NetLogo User Manual (2009) e no apêndice A – Manual Netlogo, o definem como uma plataforma de modelagem programável para simular fenômenos naturais e sociais. Foi desenvolvido por Uri Wilensky em 1999 e, a partir disso, está em atualização contínua no Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (Aprendizagem Conectada e Modelagem Baseada em Computador). Seguem as suas principais características:

Adequação para modelagens de sistemas complexos de desenvolvimento ao longo do tempo. Instruções podem ser enviadas para centenas ou milhares de agentes, todos operando de forma independente. Esta característica torna possível que se explore a conexão entre o comportamento de cada componente e os resultados que emergem da interação de muitos indivíduos.

Permite que os alunos executem as simulações, explorando os mais variados comportamentos sob diversas condições. É também um ambiente de autoria, permitindo que estudantes, professores, pesquisadores e outros usuários criem seus próprios modelos.

Apresenta documentação e tutoriais com uma biblioteca de modelos, contendo uma vasta coleção de simulações que podem ser utilizadas e modificadas. Estas simulações abrangem diversas áreas do conhecimento, incluindo biologia, medicina, física, química, matemática, ciência da computação, economia e psicologia social (Wilensky, 1999).

Pode ser utilizado como uma ferramenta participativa, através de um recurso de simulação chamado HubNet. Utilizando computadores interligados em rede ou dispositivos portáteis, tais como notebooks, tablets e celulares, assim cada aluno pode assumir o controle de um agente numa simulação promovendo, por conseguinte um aspecto coletivo e participativo (Wilensky, 1999).

### **3- PROBLEMATIZAÇÃO**

Nota-se a relevância e importância da teoria evolutiva no ensino e entendimento de ciências biológicas, no entanto, os aspectos de cunho religioso, ideológicos e filosóficos, tornam a abordagem da evolução nas escolas especialmente difícil no processo de ensino, por um lado em relação aos professores, e no outro sobre o entendimento dos estudantes (ALMEIDA e FALCÃO, 2005).

Os estudos na área da educação em ciências têm evidenciado dificuldades no processo de ensino-aprendizagem quanto ao evolucionismo (BIZZO, 1994; TIDON e LEWONTI, 2004; ALMEIDA e FALCÃO, 2007; PAZZA *et al.*, 2009). A partir do final dos anos de 1970 surgiu uma linha de trabalho no campo da didática voltadas à ciências, propondo-se ao estudo das concepções científicas dos estudantes, especialmente nos campos da biologia, física, química (PINTÓ *et al.*, 1996). No entanto, as pesquisas relacionadas com a evolução biológica, têm mostrado que seu ensino e aprendizagem é insatisfatório em vários países (OLEQUES *et al.*, 2011). Esses dados corroboram para a necessidade de uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem quanto ao tema em questão.

### **4- HIPÓTESE**

A utilização de ferramentas computacionais pode auxiliar no processo de aprendizagem significativa tendo em vista a facilidade e praticidade do seu manuseio, além do fato deste recurso promover materialização de conceitos a temas altamente abstratos como evolução e seleção natural. O que se justifica pelo fato destas ferramentas possuírem um caráter visual, que juntamente a uma contextualização do tema podem proporcionar mais eficazmente a assimilação e acomodação dos conceitos nas estruturas cognitivas do estudante.

### **5- OBJETIVOS**

#### **5.1- Gerais:**

- Promover o contato dos graduandos e graduados em Ciências e Biologia Licenciatura com a simulação computacional baseada na ferramenta NetLogo, Identificando as possíveis contribuições e dificuldades do uso de simuladores computacionais como ferramentas auxiliaadoras no processo ensino-aprendizagem de biológica, no que tange a teoria evolutiva.

## **5.2- Específicos:**

- Diagnosticar os conhecimentos prévios de alguns licenciados em Ciências Biológicas sobre evolução.
- Apresentar conhecimentos de evolução, seleção natural para graduandos e graduados de licenciatura em biologia com a utilização do software NetLogo.
- Apontar caminhos para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de evolução usando o NetLogo, para futuros docentes de biologia.

## **5.3 – Justificativa:**

Justifica-se em virtude da necessidade dos estudantes (futuros educadores em biologia e ciências) compreenderem da forma mais clara possível que a diversidade biológica é garantida pela modificação dos organismos vivos ao longo do tempo, através da reprodução, variabilidade genética e pelo estabelecimento das relações ecológicas. Tratando-se de evolução, o discente precisa entender como as características e os mecanismos biológicos se originaram, modificam-se e/ou extinguem, além de relacionar as características dos seres com o ambiente onde habitam (WOLF, 2013).

É importante ainda compreenderem que cada espécie tem uma história evolutiva única e exclusiva, possuindo ascendência e caracteres compartilhados com outras espécies. Buscando superar as ideias de imutabilidade e concepções alternativas, de modo a aproximar os alunos dos conhecimentos científicos, baseados nos pensamentos evolutivos de Lamarck, Darwin e Wallace (WOLF, 2013).

## **6- METODOLOGIA**

### **6.1- Área de estudo**

A presente pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Sergipe – UFS localizada no município de São Cristóvão, Sergipe Brasil, com 30 entrevistados, graduandos e recém-graduados do curso de Ciências Biológicas Licenciatura com o pré-requisito de que já terem cursado as disciplinas de psicologia da aprendizagem e evolução sendo identificados com letra P seguidos de um numeral específico.

## **6.2- Procedimento técnico**

Foi realizado uma demonstração sobre o tema da biologia evolutiva, posteriormente houve a apresentação do programa NetLogo para simulações de conceitos científicos e representar de forma dinâmica os eventos possíveis que poderiam afetar as populações bióticas culminando assim para uma mudança de caracteres fenotípicos, representando então um aspecto da evolução, abordando-se os temas: Seleção natural; dinâmica de populações além de temas secundários como os problemas adquiridos como o uso indiscriminado de antibióticos.

## **6.3- Coleta de dados**

Para o levantamento dos dados foram entregues os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) para cada pesquisado e após a autorização, foram apresentados o manual e aplicados os questionários (APÊNDICES A, B, C).

A coleta das informações foi executada sob um questionário anterior e posterior à execução e apresentação da ferramenta, o teste e questionário, as questões nesse questionário foram as mesmas do anterior de modo a verificar se houve mudança conceitual. Das 17 questões, 03 eram voltadas a um perfil pessoal, 08 subjetivas visando obter maior clareza nas opiniões e as 06 últimas questões objetivas com a tentativa de facilitar a categorização das informações, (APÊNDICE B - Questionário 1).

Um segundo questionário apresentava cinco questões voltadas ao conhecimento mais técnico, posteriormente foi proposto que cada pesquisado realizasse uma simulação na plataforma e então apresentou-se um questionário (APÊNDICE C - Teste e questionário 2) para avaliar se houve maior assimilação e melhoria nas respostas.

## **6.4- Análise de dados**

Os dados foram tabulados para fins comparativos, utilizando-se de gráficos para melhor compreensão dos dados quantitativos obtidos e em seguida foi efetuado uma análise qualitativa e descritiva dos dados buscando compreender melhor as relações entre os dados, informações e o objeto de estudo.

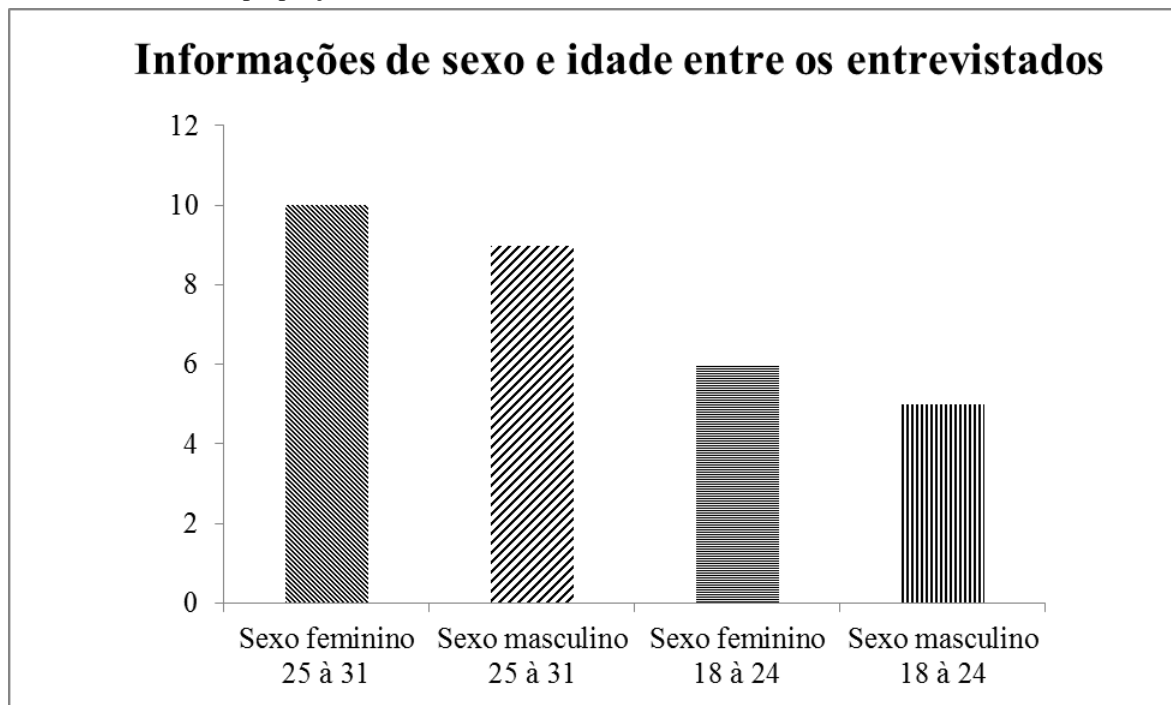
## 7- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Do perfil pessoal:

Sobre o perfil pessoal buscou-se verificar se os pesquisados já teriam cursado as matérias de psicologia da aprendizagem e evolução para averiguar o quanto eles dominam esses assuntos e a aplicação destas sobre a utilização de ferramentas didáticas. Verificou-se que 100% dos entrevistados haviam cursado essas matérias uma vez que foi pré-requisito para a participação no referido estudo.

O presente estudo levantou os dados com a apresentação de um recurso didático e aplicação de questionários a 30 pesquisados. Os entrevistados foram segregados segundo sexo e faixa etária, as proporções que seguem foram de 06 com idade de 18 a 24 e outras 10 com idade de 25 a 31 anos do sexo feminino, compondo o percentual total de 53,3%. A quantidade de pesquisados do sexo masculino foi de 05 com idade de 18 a 24 e 09 de 25 a 31 anos, perfazendo um total de 46,7% com isso se verifica que as proporções entre os sexos foram relativamente equivalentes. As proporções constam no gráfico 1.

**Gráfico 1-** Dados das proporções dos entrevistados entre sexo e idade.



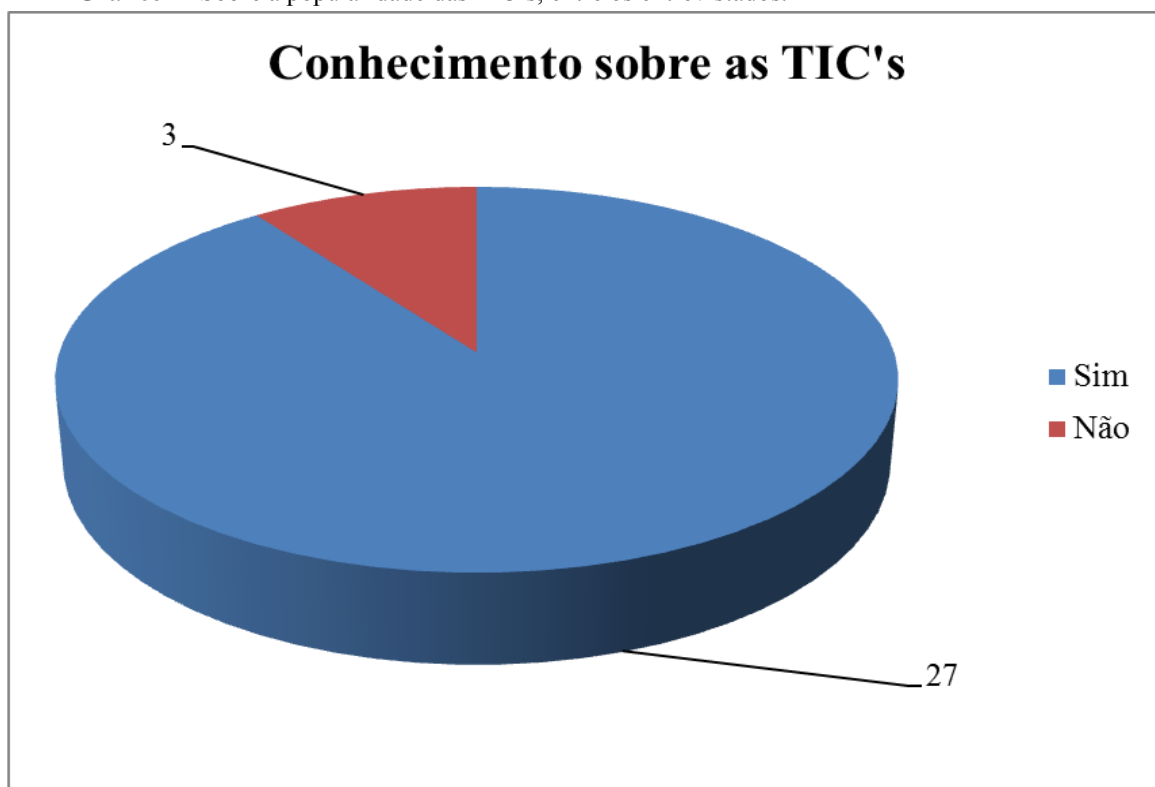
Em seguida foi apresentada a ferramenta proposta por esse estudo de modo a situá-los sobre o uso de ferramentas digitais como a simulação de conceitos científicos, essa demonstração decorreu de forma individual ou coletiva a depender das disponibilidades dos

pesquisados. Cabe ressaltar que houve a necessidade de adequação aos horários dos pesquisados, uma vez que 11 já haviam concluído o curso e não frequentavam mais a universidade e outros 19 estavam em aulas ou sem tempo hábil.

### **Da pesquisa:**

A apresentação da ferramenta e do questionário 1, foi aplicada presencialmente a todos os 30 entrevistados. No caso do teste e questionário 2, uma parte do pesquisados ficaram de responder posteriormente, inviabilizando as percepções do pesquisador sobre os questionários, conhecimentos e utilização do programa. A importância da aplicação presencial serviu para auxiliar na manipulação do programa Netlogo. Seguem as principais afirmações e informações obtidas sobre o questionário 1 (Da pesquisa), como no gráfico abaixo.

**Gráfico 2-** Sobre a popularidade das TIC's, entre os entrevistados.



Notou-se que esta modalidade de ferramenta é altamente difundida entre os participantes desse estudo, os 03 que não marcaram estavam em dúvida quanto ao que se referia precisamente. Algumas afirmações frequentes foram registradas e seguem abaixo no quadro 1.



**Quadro 1-** Comentários mais recorrentes entre os pesquisados quando questionados sobre: Qual é a sua opinião sobre o uso das TIC's no ensino de ciências e biologia?

Pesquisados	Respostas
P1, P6, P7, P11, P16, P20	Importantes para inovar a educação, pois, facilitam o processo de ensino-aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas.
P2, P13, P15, P19, P22, P23, P24, P25	Muito úteis no ensino de ciências e biologia e proporcionam aprendizagem diferente.
P3, P4, P9	Quando bem utilizadas podem promover aprendizagem.
P5, P21, P1	Importante, o ensino de ciências e biologia devem acompanhar os avanços tecnológicos e utilizar ferramentas, pois, aulas teóricas são em sua maioria consideradas monótonas.
P8, P13, P14	É uma ferramenta válida e que pode auxiliar os professores no desenvolvimento e aplicações de aulas.
P12	Essas disciplinas em geral necessitam de um recurso visual e interativo.
P17, P27	Necessárias, pois, buscam dinamizar, facilitar e contextualizar conteúdos abordados.
P26	Com a era informatização e atualizações constantes de conceitos ou termos, o uso das TIC's possibilita uma melhor aprendizagem por parte dos alunos, pois estes desenvolvem habilidades para construção do seu conhecimento.

Informações mais frequentes quanto as TIC's – (P = pesquisado).

Com base nas respostas supracitadas, compreende-se a importância da implementação de recursos didáticos que se utilizem de tecnologias, uma vez que os estudantes atualmente já as utilizam, e, existem tendências de que os próprios estejam mais integrados e influenciados pela computação. Em decorrência disso, as escolas devem fazer readequações que implementem desenvolvimentos que reflitam de forma consistente as mudanças de certos métodos e padrões de ensino tradicionais (PAPERT, 1980; BARR e STEPHENSON, 2011; WILENSKY *et al.*, 2014).

A complementação dos processos de ensino-aprendizagem utilizando ferramentas tecnológicas e computacionais em ambientes escolares podem maximizar as experiências

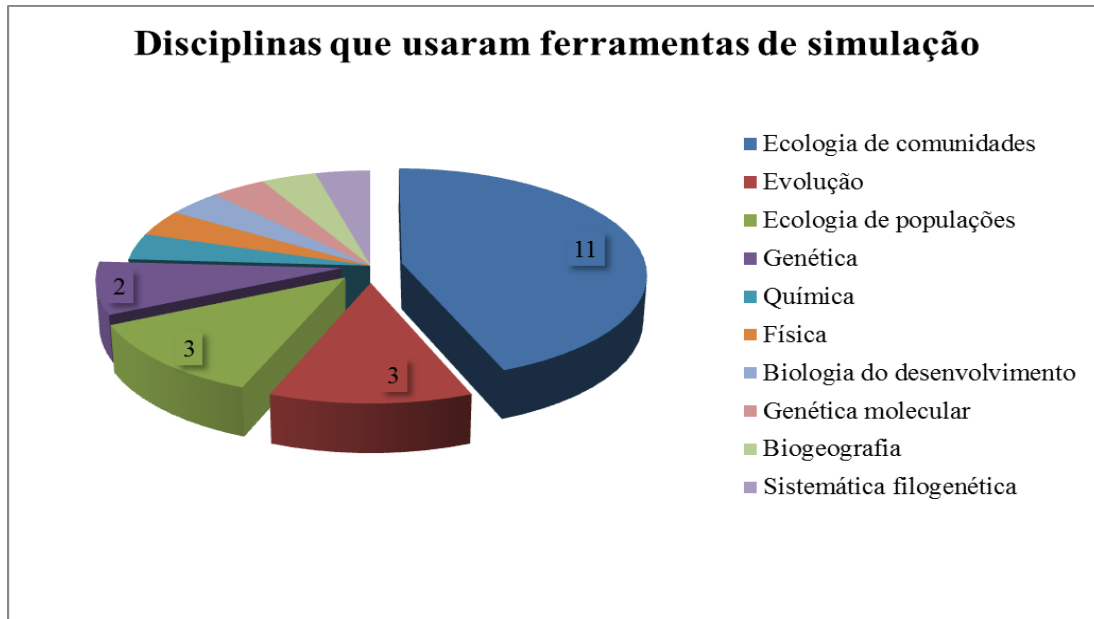
educacionais. Estudos têm mostrado que as abordagens diferenciadas aumentam o interesse pelos conteúdos abordados, resultante da utilização de tecnologias e recursos computacionais, assim, contribuindo para maior assimilação e compreensão de informações pelos alunos, uma vez que o uso desses recursos estimulam canais sensoriais como: visão, audição, tato, etc., fornecendo reforço de estímulos adicionais (MOORE *et al.*, 2001; MCCLEAN *et al.*, 2005; RUTTEN *et al.*, 2012; DE DEUS e LOPES, 2013; LESTER *et al.*, 2014; ZYDNEY e WARNER, 2016). Além de se fazer possível o desenvolvimento de competências baseadas na interação dos alunos com os materiais e principalmente entre eles (CASTORINA *et al.*, 2006).

Estratégias de ensino que envolvam recursos tecnológicos, tais como os simuladores, objetivam incentivar o envolvimento do aprendiz processo de aprendizagem, uma vez que lhes permite aprender de forma mais ativa, contribuindo potencialmente para que o conhecimento adquirido seja mais eficientemente. Essas práticas se mostram ser altamente eficientes quando os alunos já têm noções sobre determinado conteúdo, porém, que ainda não foi consolidado nas estruturas cognitivas (BLAKE e SCANLON, 2007; YUE e ZIN, 2009; RANDI e CARVALHO, 2013; LESTER *et al.*, 2014; ZYDNEY e WARNER, 2016).

Sobre as afirmações aferidas pelos respectivos pesquisados P3, P4, P8, P9, P13 e P14, é importante destacar que a utilização de várias metodologias e entre elas a simulação possuem o seu sucesso na efetivação do processo ensino-aprendizagem quando se nota a participação do professor como mediador no uso dessas tecnologias, pois, com o domínio sobre as funcionalidades disponibilizadas elabora uma adequação no contexto do conhecimento a ser construído (BLAKE e SCANLON, 2007).

Em referência a questão seis (Na sua graduação foi utilizada em algum momento alguma ferramenta digital de simulação? Se possível descreva em qual área do conhecimento lhe foi apresentada e se realmente auxiliou na aprendizagem do tema em questão), buscou-se verificar se a utilização de recursos tecnológicos voltados à simulação ou mecanismos e conceitos esteve presente na graduação dos pesquisados, os entrevistados P5, P7, P9 P13 e P15 mencionaram até duas disciplinas. Seguem as informações relacionadas a esta questão no gráfico 3.

**Gráfico 3-** Matérias que utilizaram ferramentas de simulação de conceitos científicos.



O gráfico supramencionado representa as disciplinas que utilizaram simulação para promover maior compreensão de determinados conceitos teóricos, principalmente nas matérias de ecologia de comunidades, evolução, ecologia de populações e genética. Investigou-se ainda o conhecimento das pessoas sobre as plataformas de simulações computacionais, constatando-se que raramente foram mencionadas com exceções dos pesquisados P1, P2, P4, P6, P9, P10, P11, P18, no entanto, as ferramentas citadas se detiveram ou se limitaram às apresentadas por professores na graduação, Nenhum dos entrevistados na pesquisa teve contato anterior com a ferramenta presente no referido estudo.

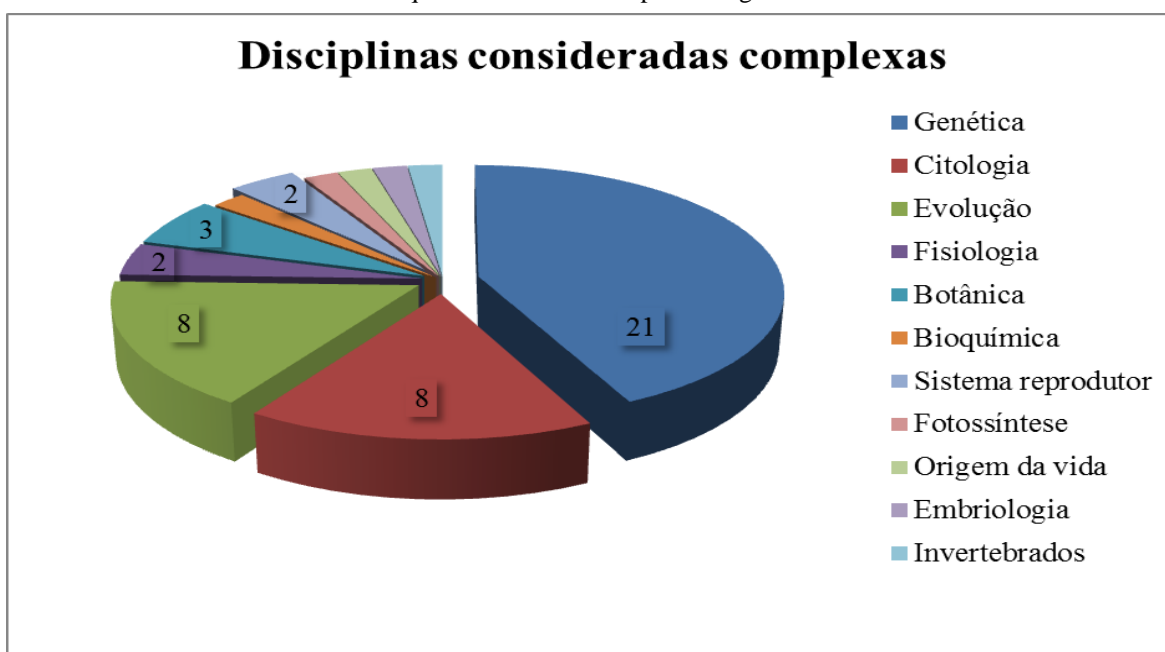
Quanto à questão de número nove do questionário 1 (Em sua opinião o licenciado deve alternar entre metodologias de ensino? Descreva alguns desses recursos didáticos.). Hegemonicamente, observou-se que os professores devem se utilizar de diversas ferramentas de ensino, no entanto não foi feita nenhuma menção a alguma teorias da aprendizagem que subsidiasse essa importância.

Após o desenvolvimento da Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner houve uma drástica mudança no campo da psicologia cognitiva ao ultrapassar a noção comum de inteligência como uma capacidade ou potencial geral que cada ser humano possui em maior ou menor nível, segundo Gardner, os indivíduos possuem padrões de aprendizado diferentes, devido ao amplo espectro de configurações cognitivas e inclinações intelectuais (GARDNER, 1983, 1995). Assim, se faz necessário que os docentes procurem estimular e contemplar as mais diferentes capacidades de aprendizagem e inteligências.

No entanto, é importante que o professor faça um uso objetivo dos recursos que dispõe, para Perrenoud (2000), escolher e modular as atividades de aprendizagem é uma habilidade profissional necessária na atualidade, isso ressalta o quão fundamental é que o professor seja criativo, dinâmico e que sempre possa proporcionar uma aprendizagem diferenciada.

Seguem informações e dados sobre a décima questão especificada como: Descreva alguns temas que em sua opinião são complicados em se trabalhar com alunos? E o provável motivo. Os dados foram plotados no gráfico 4, logo abaixo.

**Gráfico 4** - Gráfico referindo-se a frequência de temas complexos segundo os entrevistados.



Observa-se que todas as disciplinas supracitadas apresentam alto grau de abstração e complexidade segundo os pesquisados (P2, P3, P4, P5, P6, P9, P14, P10, P16). Falta de instrumentos escolares como microscópios e extraestruturais como os laboratórios, (P11, P12, P14, P15, P16, P22, P24, P26). Outros motivos relacionados a capacidades do estudante levando em consideração o despreparo em outras matérias, foram levantados segundo (P1, P8) e (P7, P20, P19, e P13, P18, P19) não justificaram.

A utilização de simuladores, além de outros recursos para a educação, considerando os diferentes campos da ciência incluindo a biologia, apresenta uma proposta conveniente, pois muitos dos processos biológicos podem ser bem aplicados a simulações computacionais. Observa-se que existem muitos impedimentos ao estudo de ciências em laboratórios, como: a necessidade de mecanismos de segurança (não disponibilizados para os laboratórios escolares), os custos financeiros, necessários para manter sua estrutura, além de outros fatores

(SOBRINHO e BORGES, 2010; RUTTEN *et al.*, 2012; LIU *et al.*, 2012; ZYDNEY e WARNER, 2016).

Corroborando com os dados e afirmações apresentadas pelos pesquisados, de que conteúdos biológicos apresentam conceitos complexos, tais conceitos podem ser adequadamente modelados em simulações computacionais, podendo ser compreendidos de forma mais rápida e profunda.

Nota-se que essas metodologias com uso de recursos são mais didáticas, pois proporcionam recursos gráficos, de multimídia e diagramas, que contribuem para o desenvolvimento de capacidades e habilidades nos alunos, através participação ativa dos estudantes efetuando configurações e analisando as variáveis que constam no ambiente computacional (SODERBERG e PRICE, 2003; BLAKE e SCANLON, 2007; RUTTEN *et al.*, 2012).

Por esses motivos e segundo Fernandes (2004) a tecnologia digital não pode ser considerada como escolha ou opção, pois se nota que é um processo evolutivo definitivo da sociedade através da revolução da informação, sendo assim, a educação precisa se adequar e acompanhar esse processo sociocultural. Nota-se ainda que a inserção das TIC's na didática do ensino é uma ascendência de mudança natural e que essa tendência deve estar presente no desenvolvimento docente tendo como base a ascensão tecnológica (COSTA, 2007).

#### **Das questões técnicas:**

Foram aplicadas questões com conhecimentos básicos sobre biologia e seleção natural a fim de identificar as concepções dos pesquisados sobre o tema, nesse sentido, as questões foram analisadas a partir de alternativas de múltipla escolha, apresentadas no quadro 2.

**Quadro 2-** Alternativas das questões que envolvem teorias de seleção natural, a serem marcadas como corretas.

Alternativas corretas	Acertos (%)	Erros (%)
Questão 13. b)	57,69	42,30
Questão 15. e)	61,53	38,46

Dos trinta entrevistados apenas 04 não marcaram as alternativas. Constatou-se que houve maiores acertos nas respectivas questões de múltipla escolha, com 15 (57,69%) acertos e 11 (42,30%) erros para a questão de número treze, e 16 (61,53%) alternativas corretas

contra 10 (38,46%) erros referentes à questão quinze. Quanto à questão quatorze observou-se o contrário, apenas 11 pessoas acertaram completamente a questão de verdadeiro e falso.

Quanto às questões abertas sobre seleção natural das bactérias referente à questão 16 (Você saberia explicar com base na seleção natural a razão pela qual cada vez é mais difícil conseguir comprar antibióticos sem receita?), 56,66% apresentaram respostas satisfatórias, no entanto, o índice das respostas com comentários insuficientes foi de 43,34%, dentre os quais se observou respostas como em P10, “O uso indiscriminado dos antibióticos podem gerar bactérias mais resistentes”, P2, “Por uso da constante automedicação da população, que acaba por promover o aparecimento de bactérias resistentes” e P7, “O uso incorreto dos antibióticos levaria a formação de bactérias resistentes”.

O uso de palavras chave que indicaram equívocos sob a ótica conceitual, se delimitaram aos termos: “podem gerar”, “promover o aparecimento”, “levaria à formação”. Dessa maneira, consideraram que o meio proporcionado pela presença dos antibióticos, que promoveriam a pressão para a formação de novos subtipos de bactérias, esses exemplos de afirmações concorrem para o fato de que os pesquisados P2, P3, P4, P5, P7, P9, P10, P13, P18, P22, P26 não apresentam uma ideia objetiva e clara sobre os fatores evolutivos baseados no mecanismo de seleção natural, pois nesses casos evidenciou-se uma espécie de mudança baseada em causalidade, por outro lado, os pesquisados P17 e P21 alegaram não saber responder.

A resistência bacteriana é essencialmente um resultado direto e consequente dos processos de seleção natural, dessa forma, a constante automedicação com uso inadequado dos antibióticos permitem que os organismos mais resistentes persistam e se reproduzam diferencialmente nas gerações de populações posteriores, substituindo paulatinamente as menos resistentes ao longo do estabelecimento de novas gerações (MEYER e EL-HANI, 2005).

O segundo questionário foi aplicado juntamente com um teste, para obter um feedback sobre os conhecimentos relacionados a seleção natural, era necessário que houvesse a manipulação do programa, o principal objetivo era observar se os entrevistados teriam dificuldades na manipulação do mesmo (não ocorreu, segundo os relatos), além de evidenciar se essa atividade poderia promover a percepção dos fatores necessários ao processo de seleção natural/artificial no experimento proposto.

Nos resultados das questões a e b, foi obtida certa flutuação nos dados, no entanto, ficaram dentro de uma margem média de valores experimentados e gerados anteriormente à aplicação do recurso, cabe ressaltar que o Netlogo tem um aspecto determinístico é possível obter resultados esperados para testes específicos.

Dessa forma, concluiu-se que todos os participantes efetuaram a manipulação adequada das condições no teste proposto. Referente ao experimento do teste proposto, buscou-se principalmente evidenciar se a materialização de conceitos específicos que potencialmente garantiriam a utilização de termos adequados à questão d (Quais são as condições básicas para que a evolução por seleção natural ocorra).

Quanto aos resultados obtidos para o teste e questionário 2, é importante ressaltar, como mencionado anteriormente, que não foi possível ser aplicado a todos presencialmente. Por tanto, foram enviados arquivos a estes pesquisados por e-mail (deixando claro que no caso de qualquer dúvida entrasse em contato). Não houve um retorno por parte destes, assim, de todos os pesquisados inicialmente (30 entrevistados), a resolução dessa parte da atividade só foi realizada por 16 pessoas, representando um valor de 53,33% do total inicial.

As afirmações coletadas referentes à questão d se detiveram a fatores como variabilidade genética; capacidade reprodutiva; adaptação; o ambiente promovendo pressões seletivas e mutações, de um modo geral esses fatores podem ser considerados satisfatórios. No entanto, apesar de não se observar que as mutações não estariam atuando no caso dessa simulação, uma vez que não foi feita nenhuma alusão a esse processo, no entanto, o mesmo foi proposto pelos pesquisados baseando-se em deduções conceituais prévias.

As outras afirmações constaram em referências bibliográficas como em Ridley (2006), sugerindo fatores como: reprodução, hereditariedade, variações entre caracteres individuais entre os membros da população, variação da aptidão do organismo de acordo com seu estado em relação a um carácter herdável.

Sempre que essas condições estiverem presentes, automaticamente ocorrerá seleção natural. O desenvolvimento da resistência a drogas e antibióticos em vírus e micro-organismos bacterianos, decorre da variabilidade e a capacidade de adaptação existente nas populações, que levam a emergência de novas cepas mais resistentes, assim a seleção natural promove a evolução quando o ambiente se altera, mas também pode produzir evolução em

ambientes constantes (RIDLEY, 2006). Notou-se ainda nesse estudo, que nenhum dos pesquisados fez qualquer referência ao conceito de evolução ocorrendo em nível de populações como unidades evolutivas (FUTUYMA, 1993).

Após a aplicação do teste notou-se melhora nas respostas referentes ao questionário 2, que compunha as mesmas questões anteriores (questões de múltipla escolha), o resultado foi maximizado com evidência de melhora para 81,25%, levando em consideração que esse resultado é referente aos pesquisados que participaram resolvendo a segunda parte do questionário. A questão 11 do questionário 1 e 5 do questionário 2 (Em sua opinião a plataforma do NetLogo é uma ferramenta de difícil manipulação?), apenas dois pesquisados acharam complicada. Procurou-se obter um retorno sobre as opiniões dos entrevistados sobre os principais pontos positivos e negativos desse recurso didático, informações seguem no quadro 3.

**Quadro 3** - Menção aos pontos positivos e negativos obtidos pelos pesquisados.

Pontos positivos	Pontos negativos
É possível trabalhar outros temas como cultivo celular	A plataforma ter linguagem inglesa
Poder auxiliar na aprendizagem tornando o tema mais prático	Possível dificuldade de aplicação nas escolas por falta de recursos computacionais
O uso das tecnologias é atrativo para os jovens	Pode ser difícil para alguns alunos
Facilidade de acesso e manipulação	

A formação de professores quanto à origem e evolução dos seres vivos e seu ensino é um tema recorrente entre os poucos trabalhos na área e geralmente estão relacionados com as dificuldades que os profissionais do ensino de biologia apresentam em relação ao ensino de assuntos específicos entre eles à evolução dos seres vivos (AMORIM e LEYSER, 2000).

É verificada por Coimbra e Silva (2007) uma necessidade de que os conhecimentos sobre evolução sejam construídos de forma integral no processo de formação docente, pois muitos destes não os ensinam na tentativa de evitar discussões polêmicas. Contudo, apesar dessas problemáticas enfrentadas e tratando-se de uma formação insatisfatória sobre o



referido tema, o professor precisa possuir clareza para consequentemente construir esses conhecimentos com seus alunos (CERQUEIRA *et al.*, 2007).

## **8- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio desse estudo foi possível verificar as percepções dos pesquisados sobre os seus conhecimentos evolutivos, além dos posicionamentos destes sobre a utilização das tecnologias como as TIC's, no processo ensino-aprendizagem, seus posicionamentos sobre a implementação de estratégias de ensino com a utilização de recursos didáticos para conteúdos abstratos.

No tocante a divulgação do programa Netlogo entre os entrevistados, foi possível notar que ferramentas voltadas às tecnologias são bem aceitas entre os graduandos e graduados no referido trabalho. As informações encontradas nessa pesquisa corroboraram para a efetividade desse programa, pois, disciplinas citadas como complexas, somada a falta de estruturação dos ambientes escolares entre outros problemas, tornam muito dificultoso o processo de ensino de matérias como exemplo, genética, evolução, ecologia de populações e comunidade além de outras temáticas, Sendo assim, o supracitado programa já disponha de uma biblioteca de simulações relacionadas a esses temas entre outros.

As questões sobre evolução revelaram equívocos quanto ao processo de seleção natural, esse tipo de resultado demonstra que a construção do conhecimento sobre evolução biológica continua deixando lacunas, que em última instância, pode inibir ou gerar certa resistência nos futuros professores, perpetuando as concepções inadequadas sobre a evolução da vida.

A docência é uma profissão que necessita de constante atualização e adequações. Atualmente as dinâmicas da sociedade são influenciadas intrinsecamente por tecnologias, com isso o manuseio de smartphones e o domínio de suas funcionalidades tem se tornado superficial para a atual geração de alunos, e na maioria dos casos são aparelhos considerados indispensáveis nas relações sociais (ZYDNEY e WARNER, 2016), dessa forma o professor pode usar o Netlogo de modo a explorar os recursos dos smartphones como ferramenta construtora de conhecimento.

Verifica-se entre outras necessidades que complementem a formação docente, a implementação e orientação aos recursos tecnológicos na disciplina de instrumentação na graduação, de modo a tornar o professor um profissional mais preparado que fará a escola ser um ambiente que também se modifica com o tempo. Além de tornar possível que as diversas idealização e planejamentos do ministério da educação um fato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKKARI, A. J. Desigualdades educativas estruturais no Brasil: entre Estado, privatização e descentralização. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, 2001.
- ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 11, n. 1, 2005. p. 17 – 32.
- ALTERS, B. J.; ALTERS, S. M. Defending evolution in the Classroom: a guide to the creation/evolution controversy. Canadá. **Jones and Bartlett Publishers**, 2001.
- AMORIM, M. C.; LEYSER, V. **A evolução biológica e seu ensino nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências**. (ENPEC). Florianópolis, 2009.
- ANDRADE, E.C. Rankings em educação: Tipos, problemas, informações e mudanças: Análise dos principais rankings oficiais brasileiros. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 2, 2011. p. 323-343.
- AZEVEDO, R. C. **Análise de argumentos sobre adaptações**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. 136 p.
- BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to k-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?. **ACM Inroads**, v. 2, n. 1, 2011. p. 48–54.
- BARRO, R.J.; LEE, J. A new data set of educational attainment in the world, 1950 –2010. National Bureau of Economic Research. **NBER Working Paper Series**, Working Paper 15902, 2010.
- BELLO, J.L.P. Educação no Brasil: a História das rupturas. **Pedagogia em Foco**, 2001.
- BIZZO, N. M. V. From down house landlord to Brazilian high schoolstudents - what has happened to evolutionary knowledge on the way?. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 5, 1994. p. 537-556.
- BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. T. **Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia**. São Paulo: Saraiva, 2008.
- BLAKE, C.; SCANLON, E. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. **Blackwell Publishing Ltd. Journal of Computer Assisted Learning**. v. 23, 2007. p. 491–502.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª**. Brasília, DF, 2018. 472 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília, 1998. 139 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000. 109 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, volume 2, 2006. 135 p.

CAMPOS, D. M. S. **Psicologia da aprendizagem**. Editora Vozes. 27 ed, 1998.

CARNIATTO, I.; ARAGÃO, R. M. R. **Investigação narrativa – A questão epistemológica no ensino de conteúdos conceituais, representacionais e processuais da Ciência/Biologia**. In: Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Valinhos-SP: ABRAPEC, 1999.

CASTORINA, J. A.; FERREIRO, E.; LERNER, D.; OLIVEIRA, M. K. **Piaget-Vygotsky Novas contribuições para o debate**. 6 ed. Editora Ática, 2006. p. 175.

CERQUEIRA, A. V.; COSTA, G. S.; FALCÃO, E. B. M. **Origem do ser humano: Visões e opções de dois grupos de estudantes do ensino médio**. In: Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Florianópolis-SC: ABRAPEC, 2007.

COIMBRA, R. L. & SILVA, J. Ensino de Evolução Biológica e a necessidade de formação continuada. In: **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Florianópolis- SC: ABRAPEC, 2007.

COSTA, G. L. M.; FIORENTINI, D. **Mudança da Cultura Docente em um Contexto de Trabalho Colaborativo de Introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação na Prática Escolar**. Boletim de Educação Matemática. Rio Claro, v. 20, n. 27, 2007. p. 01-22.

CUNHA, J. M.; JIMENEZC, M. A., PEREZD, J. R. R.; ANDRADE, C. Y. Social segregation and academic achievement in state-run elementary schools in the municipality of Campinas. Brazil. **Geoforum**, v. 40, n. 5, 2009. p. 873-883.

De Deus, T. F.; Lopes, P.F. A game about biology for biology students cell life as a learning tool. **8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**, 2013. p. 1–6.

FERNANDES, N. L. **Professores e computadores: navegar é preciso**. Porto Alegre: Mediação, 2004.

FERREIRINHA, I. M. N.; RAITZ, T. R. As relações de poder em Michel Foucault: reflexões teóricas. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, 2010. 367-383 p.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1993.

GARDNER, H. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences**. New York. Basic Books, 1983.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas - a Teoria na Prática**. 1 ed. Porto Alegre. Artmed, 1995.

HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 229 p.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2004.

LANDIN, D. K. The role of verbal cues in skill learning. **Quest**, v. 46, 1994. p. 299-313.

LESTER, J. C.; SPIRES, H. A.; NIETFELD, J. L.; MINOGUE, J.; MOTT, B. W.; LOBENE, E. V. Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. **Information Sciences**, v. 264, 2014. p. 4–18.

LICATTI, F.; DINIZ, R. E. S. O ensino de Biologia no nível médio: Investigando concepções de professores sobre Evolução Biológica. In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2005.

LIU, Y.; VAGULA, M.; FREZZA, S. **Work in progress: Integrating game design and development into undergraduate biology education**. In Proceedings of the Frontiers in Education Conference Proceedings, Seattle, WA, USA. IEEE, 2012.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, 2009. p. 527–538. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8\\_Vol8\\_N2.pdf%5Cn](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf%5Cn)>.

MASSER, L. S. Critical cues help first-grade students achievement in handstands and forward rolls. **Journal of Teaching in Physical Education**. v.12, 1993. p. 301-312.

MCCLEAN, P.; JOHNSON, C.; ROGERS, R.; DANIELS, L.; REBER, J.; SLATOR, B. M.; TERPSTRA, J.; WHITE, A. Molecular and Cellular Biology Animations: Development and Impact on Student Learning. **Cell Biology Education**. v. 4, 2005. p. 169–179.

MEDEIROS, M. L.; FEROLLA, L. M.; PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. Gestão escolar: afinal, que fins estão sendo buscados? **RBPAAE**, v. 30, n. 1, 2014. p. 115-138.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Distrito Federal, 2015.

MOORE, D. M.; BURTON, J. K.; MYERS, R. J. **Multiple-channel Communication: The Theoretical and Research Foundations of Multimedia**. Virginia Polytechnic Institute and State University: The Association for Educational Communications and Technology, 2001.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Meaningful Learning Review**. v. 1, n. 3, 2011. p. 25-46.

OLEQUES, L. C.; SANTOS, M. L. B.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, n. 2, 2011. p. 243-263.

PACHECO, R. B. C.; OLIVEIRA, D. L. O homem evoluiu do macaco? Equívocos e distorções nos livros didáticos de Biologia. In: **VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais**. São Paulo: FEUSP, 1997.

PAPERT, S. **A Família em Rede**. Relógio d'Água Editores, 1998.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. Basic Books. Inc. New York. USA, 1980.

PAZZA, R.; PENTEADO, P. R.; KAVALCO, K. F. Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. **Evolution: Education and Outreach**, v. 3, n. 1, 2009. p. 107-113.

- PRÄSS, A. R. **Teorias de Aprendizagem**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. 55 p.
- PENICHE, R. M. **A educação física para o desenvolvimento motor em escolares do ensino fundamental**. UniCEUB, 2015.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre. Artmed, 2000.
- PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. 3ª. Rio de Janeiro, Zahar, 1973.
- PINTÓ, R.; ALIBERAS, J.; GÓMEZ R. Tres Enfoques de La Investigación sobre Concepciones Alternativas. Investigación y experiencias didácticas. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, 1996. p. 221-232.
- RANDI, M. A. F.; CARVALHO, H. F. Learning through role-playing games: an approach for active learning and teaching. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v. 37, n. 1, 2013. p. 80–88.
- RESENDE, M.; WYLLIE, R. Retornos para educação no Brasil: evidências empíricas adicionais. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 3, 2006. p. 349-365.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2006.
- RUTTEN, N.; Wouter, R. V. J.; Jan, T. V. D. V. The learning effects of computer simulations in science education. **Computers & Education**, v. 58, 2012. p. 136–153.
- SANTOS, R. P. **Psicologia aplicada à Educação**. Ieditora, 2008.
- SCHMIDT, A.; FILHO, P. A. **Recursos visuais**. Medicina, v. 40, n. 1, 2007. p. 32–41.
- SILVA, M. A. “**Protótipo de uma ferramenta para auxiliar no ensino de técnicas de programação**”. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2003.
- SOBRINHO, M. M. S.; BORGES, A. T. Learning about epidemics with computational simulations. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1, 2010.
- SODERBERG, P.; PRICE, F. **An examination of problem-based teaching and learning in population genetics and evolution using EVOLVE, a computer simulation**. Int. J. Sci. Educ. v. 25, n. 1, 2003. p. 35–55.
- TALIM, S. L. Dificuldades de aprendizagem na Terceira Lei de Newton. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 16, n. 2, 1999. p. 141-153.
- TELLAROLI, T. M.; ALBINO, J. P. Da sociedade da informação às novas tic's: questões sobre internet, jornalismo e comunicação de massa. 2010. Disponível em: <<http://portal.faac.unesp.br/publicacoes/anais-comunicacao.old/textos/28.pdf>>.
- TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**. Brazil. v. 27, n. 1, 2004. p. 124-131.
- VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na Educação. **Em Aberto**, Brasília, v. 12, n. 57, 1993.

VALOTTA, L. A.; ANDRADE, S. T.; BORGES, O. F.; PETROLIO, C.; RENAULT, L. M. P. **Frequência de genes em populações: Subsídios para o ensino de Evolução e seleção natural**. VII EPEB. FEUSP. São Paulo. SP.2000.

VERGARA, S.C. **Gestão de pessoas**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2005.

WILENSKY, U.; BRADY, C. E.; HORN, M. S. **Fostering computational literacy in science classrooms**. Commun. ACM, v. 57, n. 8, 2014. p. 24–28.

WILENSKY, U. NetLogo. **Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling**. Northwestern University. Evanston, IL, 1999. disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>.

YUE, W. S.; ZIN, N. A. M. **Usability Evaluation for History Educational Games**. In Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human. ICIS '09. New York, USA. ACM, 2009. p. 1019–1025.

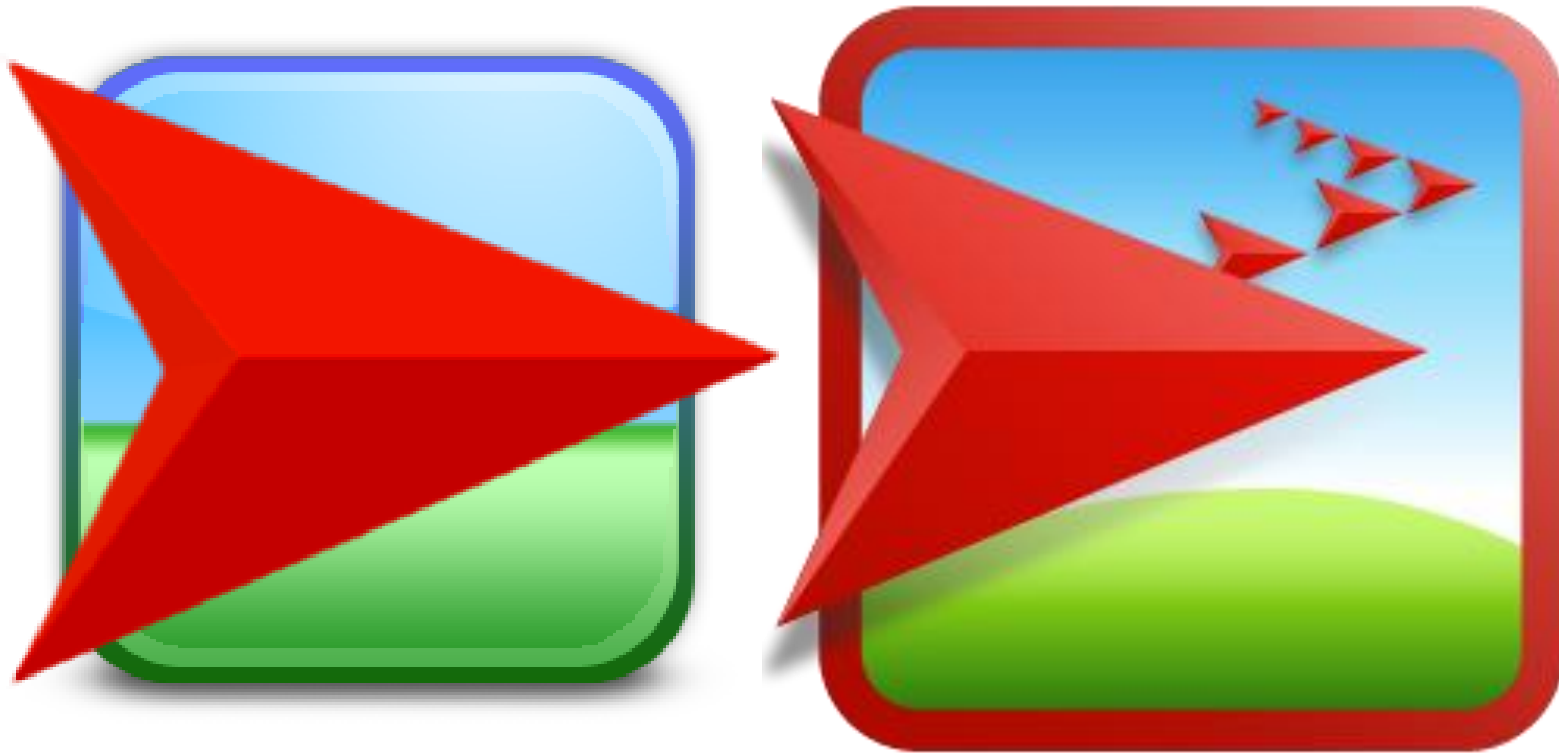
WOLF, P. F. **História em Quadrinhos no Ensino de Evolução**. Universidade Federal Do Paraná. Curitiba, 2013.

ZYDNEY, J. M.; WARNER, Z. Mobile apps for science learning: Review of research. **Computers & Education**, v. 94, 2016. p. 1– 17.

APÊNDICES:

APÊNDICE A – Manual Netlogo

# MANUAL NETLOGO





## NETLOGO

O NetLogo é uma linguagem de programação simples e adaptada à modelação/simulação e vem com uma vasta biblioteca de modelos, incluídos em uma variedade de domínios, tais como economia, fenômenos naturais como biologia, física, química, psicologia, dinâmica de sistemas complexos e sociais. As informações contidas nesse manual constam no site oficial, seguem uma breve contextualização referida a teoria da evolução referenciada segundo Ridley (2006).

## Sumário

SÍNTESE INTRODUTÓRIA.....	41
1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO:.....	42
1.1. INTERFACE NETLOGO VIA DOWNLOAD - BACTERIAL INFECTION.....	44
1.2. INTERFACE DO NETLOGO WEB - MODELO BACTERIAL INFECTION.....	45
2. BACTERIAL INFECTION.....	45
2.1. O QUE É ISSO?.....	45
2.2. COMO FUNCIONA:.....	46
2.3. COMO USÁ-LO:.....	46
2.4. ESPECIFICAÇÕES DOS COMANDOS.....	45
2.5. TESTES PARA RECONHECIMENTO.....	48
3. TESTES.....	48
REFERÊNCIAS.....	50

## SÍNTESE INTRODUTÓRIA

### A teoria da evolução

A evolução das espécies foi aperfeiçoada por Charles Darwin e simultaneamente vinha sendo desenvolvida por Alfred Russel Wallace, no entanto, na história sempre houve especulações e pensamentos profundos sobre a evolução, porém, nunca haviam sido apresentados argumentos pertinentes para justificá-la cientificamente, a teoria da evolução das espécies pode ser entendida como a mudança que ocorre nos seres vivos por descendência com modificação, essa mudança decorre na forma e no comportamento dos organismos ao longo de gerações, resumidamente a definição de evolução restringe-se então às mudanças entre gerações de uma população de uma dada espécie.

As modificações evolutivas decorrentes apresentam propriedades distintas, dessa forma, não ocorre uma progressão linear e potencialmente previsível, assim os detalhes resultantes dos processos evolutivos dependem diretamente das pressões ambientais, mutações e das variantes genéticas na população em questão, por tanto, define-se como um fenômeno quase aleatório. A adaptação é um conceito fundamental dentro da teoria evolutiva e trata de propriedades que permitem aos seres vivos sobreviver e se reproduzir.

### O mecanismo da evolução

Com o desenvolvimento da teoria sintética da evolução de Fisher, Haldane e Wright, emergiu um novo campo de pesquisa dentro da biologia, resultante da articulação entre a síntese da teoria da seleção natural de Darwin e Wallace com a teoria mendeliana de hereditariedade, elaborada pelos trabalhos de Mendel, essa fusão também é denominada de neodarwinismo, os estudos são pautados na genética de populações objeto pelo qual é possível detectar variações observáveis nas populações mediante seleção natural e hereditariedade mendeliana.

Para que a seleção natural opere são necessárias quatro condições:


1. Reprodução.
2. Hereditariedade.
3. Variações entre caracteres individuais entre os membros da população.
4. Variação da aptidão do organismo de acordo com seu estado em relação a um carácter herdável.

Sempre que essas condições estiverem presentes, automaticamente ocorrerá seleção natural. A evolução da resistência a drogas e antibióticos em vírus e microorganismos bacterianos, decorre da variabilidade e a capacidade de adaptação existente nas populações, que levam a emergência de novas cepas mais resistentes, assim a seleção natural promove a evolução quando o ambiente se altera, mas também pode produzir evolução em ambientes constantes.

## 1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO:

1º Etapa: A plataforma do NetLogo se encontra disponível em:  
<<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>



2º Etapa: para acessar o simulador dirija-se até Go to NetLogo Web 

3º Etapa: Na aba nomeada “Search the Models Library” (marcada em vermelho) procure ou digite Sample Models/Biology/Evolution/ Bacterial Infection.



### 1.1. INTERFACE NETLOGO VIA DOWNLOAD - BACTERIAL INFECTION



## 1.2. INTERFACE DO NETLOGO WEB - MODELO BACTERIAL INFECTION



## 2. BACTERIAL INFECTION

### 2.1. O QUE É ISSO?

Este é um modelo de seleção natural/artificial que mostra como populações de bactérias podem tornar-se mais resistente aos antibióticos ao longo do tempo. O modelo representa um ambiente em pacientes que tomam regimentos de antibióticos.

## 2.2. COMO FUNCIONA:

As bactérias se reproduzem de forma assexuada, depois de atingir certa idade, e se houver espaço disponível, as moléculas dos antibióticos matam as bactérias quando atingem e entram através de um de seus orifícios (poros) da membrana celular. Nota-se, bactérias com diferentes variações para a porosidade da membrana celular (diferentes variações têm diferentes orifícios nas membranas). O número de poros na membrana celular às afeta mediante as probabilidades do antibiótico entrar na bactéria.

Existem dois pacientes neste modelo (paciente A e paciente B). O ambiente em cada paciente representa o sistema circulatório desse paciente. A linha vermelha superior representa onde os antibióticos entram na corrente sanguínea (por exemplo, através do intestino delgado). A linha amarela inferior representa onde os antibióticos são quebrados e removidos da corrente sanguínea (por exemplo, o fígado ou os rins).

## 2.3. COMO USÁ-LO:



Unidades Executoras	Descrição
setup	instalação ou configuração: permite reiniciar a modelagem.
go/pause	vá/pause: permite parar ou retomar a modelagem.
manual dose A	dose manual A: permite aplicar a dosagem manualmente.
manual dose B	dose manual B: permite aplicar a dosagem manualmente.
# of days	número de dias: determina o número de dias decorridos.
# of hrs	número de horas: determina o número de horas decorridos.
doses given to A	doses administradas para A: determina o número de doses aplicadas.
doses given to B	doses administradas para B: determina o número de doses aplicadas.
reproduce?	reproduzir: liga e desliga a reprodução das bactérias em ambos os pacientes.
reproduce-every	reproduzir-cada: determina a frequência que as bactérias reproduzem-se em ambos os pacientes, quando está ativado.
auto-dose-A?	determina se um regimento de dosagem administrado automaticamente é seguido para esse paciente.
auto-dose-B?	determina se um regimento de dosagem administrado automaticamente é seguido para esse paciente.
a-dosage (mg)	determina a quantidade de antibiótico administrado em uma dose para esse paciente.
dose-a-every (hrs)	determina se um regimento de dosagem administrado automaticamente é aplicado para esse paciente em horas.
b-dosage (mg)	determina a quantidade de antibiótico administrado em uma dose para esse paciente.
dose-b-every (hrs)	determina se um regimento de dosagem administrado automaticamente é aplicado para esse paciente em horas.
init#-3pores-a	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente a começará.
init#-4pores-a	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente a começará.
init#-5pores-a	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente a começará.
init#-6pores-a	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente a começará.
init#-3pores-b	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente b começará.
init#-4pores-b	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente b começará.
init#-5pores-b	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente b começará.
init#-6pores-b	determina o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente b começará.

## 2.4. ESPECIFICAÇÕES DOS COMANDOS

setup – utilizado para zerar o sistema ou iniciá-lo.

go/pause – utilizado para iniciar ou pausar o sistema.

reproduce? – quando ativado permite a reprodução.

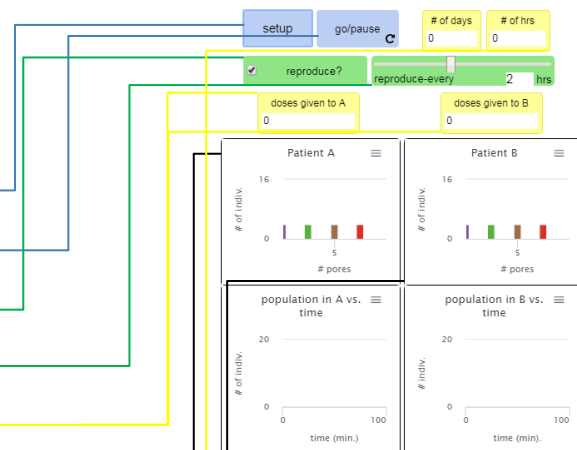
reproduce-every – tempo para reprodução de cada bactéria.

doses given to A/B – número de doses administradas à A/B.

gráficos do número de bactérias vs quantidade de poros nos pacientes A/B.

gráficos do número de bactérias vs tempo nos pacientes A/B.

# of days/ hrs – número de dias e horas respectivamente.



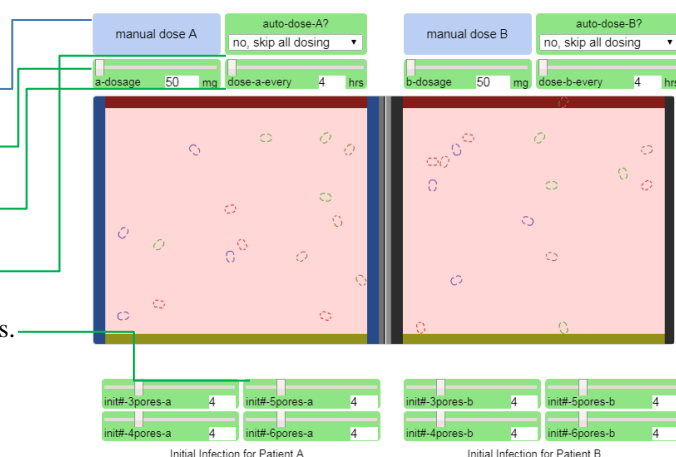
manual dose A/B – doses manuais aos pacientes A/B.

a/b-dosage – dosagem à A/B.

dose-a/b-every – dosagem à A/B no tempo.

Auto-dose-A/B? – dosagem automática para A/B.

init#-3,4,5,6pores-a/b – número inicial de bactérias por poros.



bactéria com 3 poros; bactéria com 4 poros; bactéria com 5 poros; bactéria com 6 poros.

Na opção auto-dose-A? ou auto-dose-B? nota-se variáveis quanto a ordem da dosagem, descrição abaixo:

no, skip all dosing – não, saltar todas as dosagens

yes, but skip dose 2 – sim, mas saltar dose 2

yes, but skip dose 3 – sim, mas saltar dose 3

yes, but skip dose 4 – sim, mas saltar dose 4

auto-dose-A?

no, skip all dosing

no, skip all dosing

yes, skip no doses

yes, but skip dose 2

yes, but skip dose 3

yes, but skip dose 4



model speed-velocidade do modelo, marca o tempo decorrido em minutos.

## 2.5. TESTES PARA RECONHECIMENTO

Tente cultivar bactérias sem antibióticos primeiro (ajuste REPRODUZIR para "ligado" e ajuste AUTO-DOSE-A e AUTO-DOSE-B para "não, pule todas as doses"). Se você começa com números iguais de cada subtipo na população, um subtipo melhora quando o ambiente inteiro é preenchido com bactérias? porque quando o espaço fica completamente preenchido a quantidade de cada subtipo é diferente?

Não cultivar bactérias - (ajuste REPRODUZIR para "desligado") e aplique uma dose única de antibiótico (usando os botões MANUAL DOSE). Uma variação tende a sobreviver a uma dose única de antibióticos mais frequentemente do que outras variações?

Cultive bactérias com dosagens regulares de antibióticos (ajustando REPRODUZIR para "ligado" e ajuste AUTO-DOSE-A e AUTO-DOSE-B para "sim, não pule as doses"). Quais os níveis para dosagem de A e dosagem de B, parecem ser o ponto de inflexão para matar de forma confiável as bactérias após algumas doses?

Repita o último experimento, mas com doses ligeiramente menores ou reprodução mais rápida (REPRODUZIR-CADA) ou alterando a AUTO-DOSE-A? e AUTO-DOSE-B? para pular uma das doses. O que acontece com a população de bactérias nesses casos? descreva os resultados sob a seleção natural.

### 3. TESTE E QUESTÕES

Aferindo conhecimentos específicos de seleção natural/artificial e dinâmicas de crescimento populacional.

- 1- Cultive bactérias com dosagens de antibióticos equivalentes a 150 mg (ajuste REPRODUZIR para "ligado" e ajuste AUTO-DOSE-A e AUTO-DOSE-B para "sim, não pule as doses"), aplique a dosagem a cada 4 horas em A e 6 horas em B (de simulação), nos controles INIT#-3PORES-A, INIT#-4PORES-A, INIT#-5PORES-A e INIT#-6PORES-A e INIT#-3PORES-B, INIT#-4PORES-B, INIT#-5PORES-B e INIT#-6PORES-B que determinam o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente A e B começará, no paciente A selecione 4 bactérias com 3 poros e 10 bactérias com 6 poros e zere as demais, repita a mesma configuração para B, ajuste o tempo de reprodução de cada bactéria para 0,5 aplique setup e após go para iniciar, espere 30 horas (de simulação) aproximadamente.
  - a- Quais resultados você obteve para os pacientes A e B?
  - b- Quais argumentos científicos baseados em seleção natural você utilizaria para explicar esses resultados?
  - c- Quais fatores favoreceram o crescimento populacional em A e B?
  - d- Quais são as condições básicas para que a evolução por seleção natural ocorra?



- 2- (PUC-SP 2012) O termo ‘superbactérias’ é atribuído às bactérias que desenvolvem resistência a, praticamente, todos os antibióticos. Vários fatores estão envolvidos na disseminação desses micro-organismos multirresistentes, incluindo o uso abusivo de antibióticos, procedimentos invasivos (cirurgias, implantação de próteses médicas e outros) e a capacidade das bactérias de transmitir seu material genético.

(Ciência Hoje, n 287, novembro de 2011)

A partir da leitura do texto e de seus conhecimentos de biologia, é correto afirmar que:

- a) Os antibióticos provocam alterações diretas no RNA, que é o material genético das bactérias.
  - b) Na população em geral, e principalmente no ambiente hospitalar, há uma seleção de genes bacterianos que determinam resistência a antibióticos.
  - c) Os antibióticos provocam alterações diretas no DNA, que é o material genético das bactérias.
  - d) Bactérias portadoras de mutações provocadas por antibióticos perdem a capacidade de transmitir genes a seus descendentes.
  - e) Os antibióticos provocam alterações diretas nas proteínas bacterianas, uma vez que esses polipeptídeos constituem o material genético desses procariontes.
- 3- Por que as bactérias estão se tornando resistentes aos antibióticos? Marque V para verdadeiro e F para falso.
- ( ) O uso excessivo e indevido de antibióticos permite o desenvolvimento de bactérias resistentes a antibióticos.
  - ( ) As bactérias que não morrem não são mais resistentes aos antibióticos.
  - ( ) Os antibióticos não são eficazes contra infecções virais.
  - ( ) O uso excessivo e/ou pouca quantidade de antibióticos pode promover a disseminação da resistência em bactérias.
- 4- A disseminação de superbactérias são preocupantes devido a sua alta capacidade de infecção e resistência aos antibióticos que tratam infecções mais graves, uma das medidas que potencialmente podem evitar o surgimento de bactérias mais resistentes é o maior controle de acesso a esse tipo de medicamento e se trata de uma importante medida pois.
- a) Realizam uma seleção artificial das bactérias sensíveis ao medicamento.
  - b) Induzem mutações nas bactérias anteriormente sensíveis, tornando-as mais resistentes.
  - c) Selecionam as bactérias já resistentes e então induzem pequenas mutações, aumentando o nível de resistência entre elas.

- d) Permitem que as bactérias sensíveis consigam competir com as mais resistentes, evitando sua disseminação.
- e) Criam um meio altamente seletivo, favorecendo a sobrevivência das superbactérias em detrimento da morte de bactérias menos resistentes.

5- Após a manipulação do programa você mudaria ou acrescentaria alguma coisa na sua resposta referente às questões:

- a) Você saberia explicar por seleção natural a razão pela qual é cada vez mais difícil conseguir comprar antibióticos sem receita?

---

---

---

- b) Você já imaginou o que aconteceria se os antibióticos deixaram de funcionar?

---

---

---

## REFERÊNCIAS

NetLogo itself: Wilensky, U. 1999. **NetLogo. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling**, Northwestern University. Evanston, IL. disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2006.

## APÊNDICE B - Questionário 1

### Perfil pessoal:

1. Sexo:  
☐ Masculino  
☐ Feminino
2. Idade:  
☐ 18 à 24 anos  
☐ 25 à 31 anos  
☐ 32 à 38 anos  
☐ 39 à 45 anos  
☐ 46 anos ou mais
3. Já cursou as disciplinas de evolução e psicologia da aprendizagem?  
☐ Sim  
☐ Apenas evolução  
☐ Apenas psicologia da aprendizagem

### Da pesquisa:

4. Você tem conhecimento sobre as TIC's (Tecnologias de Informação na Comunicação)?  
☐ Sim  
☐ Não
5. Se sim, qual é a sua opinião sobre o uso delas no ensino de ciências e biologia?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Na sua graduação foi utilizada em algum momento alguma ferramenta digital? Se possível descreva em qual área do conhecimento lhe foi apresentada e se realmente auxiliou na aprendizagem do tema em questão.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Você conhece ou usa alguma plataforma que permite simular ou modelar algum conceito da biologia? Identifique o programa.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Conhece a plataforma do NetLogo?  
☐ Sim  
☐ Não
9. Em sua opinião qual a importância do licenciado alternar entre metodologias de ensino? Descreva alguns desses recursos didáticos.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Descreva alguns temas que em sua opinião são complicados em se trabalhar com alunos? E o provável motivo.

---

11. Em sua opinião a plataforma do NetLogo é uma ferramenta de difícil manipulação?

( ) Sim

( ) Não

12. Quais pontos positivos e negativos você destacaria nessa metodologia de ensino?

---

---

---

**Das questões técnicas:**

13. (PUC-SP 2012) O termo ‘superbactérias’ é atribuído às bactérias que desenvolvem resistência a, praticamente, todos os antibióticos. Vários fatores estão envolvidos na disseminação desses micro-organismos multirresistentes, incluindo o uso abusivo de antibióticos, procedimentos invasivos (cirurgias, implantação de próteses médicas e outros) e a capacidade das bactérias de transmitir seu material genético.

(Ciência Hoje, n 287, novembro de 2011)

A partir da leitura do texto e de seus conhecimentos de biologia, é correto afirmar que:

- a) Os antibióticos provocam alterações diretas no RNA, que é o material genético das bactérias.
  - b) Na população em geral, e principalmente no ambiente hospitalar, há uma seleção de genes bacterianos que determinam resistência a antibióticos.
  - c) Os antibióticos provocam alterações diretas no DNA, que é o material genético das bactérias.
  - d) Bactérias portadoras de mutações provocadas por antibióticos perdem a capacidade de transmitir genes a seus descendentes.
  - e) Os antibióticos provocam alterações diretas nas proteínas bacterianas, uma vez que esses polipeptídeos constituem o material genético desses procariontes.
14. Por que as bactérias estão se tornando resistentes aos antibióticos? Marque V para verdadeiro e F para falso.
- ( ) Uso excessivo e indevido de antibióticos permite o desenvolvimento de bactérias resistentes a antibióticos.

- ( ) As bactérias que não morrem não são mais eficientes aos antibióticos.
- ( ) Os antibióticos não são eficazes contra infecções virais.
- ( ) O uso excessivo e/ou pouca quantidade de antibióticos pode promover a disseminação da resistência das bactérias.

15. A disseminação de superbactérias são preocupantes devido a sua alta capacidade de infecção e resistência aos antibióticos que tratam infecções mais graves, uma das medidas que potencialmente podem evitar o surgimento de bactérias mais resistentes é o maior controle de acesso a esse tipo de medicamento e se trata de uma importante medida pois.

- a) Realizam uma seleção artificial das bactérias sensíveis ao medicamento.
- b) Induzem mutações nas bactérias anteriormente sensíveis, tornando-as mais resistentes.
- c) Selecionam as bactérias já resistentes e então induzem pequenas mutações, aumentando o nível de resistência entre elas.
- d) Permitem que as bactérias sensíveis consigam competir com as mais resistentes, evitando sua disseminação.
- e) Criam um meio altamente seletivo, favorecendo a sobrevivência das superbactérias em detrimento da morte de bactérias menos resistentes.

16. Você saberia explicar com base na seleção natural a razão pela qual cada vez é mais difícil conseguir comprar antibióticos sem receita?

---

---

---

17. Você já imaginou o que aconteceria se os antibióticos deixassem de funcionar?

---

---

---

## **APÊNDICE C – teste e questionário 2**

### **Teste**

Aferindo conhecimentos específicos de seleção natural/artificial e dinâmicas de crescimento populacional.

Cultive bactérias com dosagens de antibióticos equivalentes a 150 mg (ajuste REPRODUZIR para "ligado" e ajuste AUTO-DOSE-A e AUTO-DOSE-B para "sim, não pule as doses"), aplique a dosagem a cada 4 horas (de simulação) em A e 6 horas (de simulação) em B, nos controles INIT#-3PORES-A, INIT#-4PORES-A, INIT#-5PORES-A e INIT#-6PORES-A e INIT#-3PORES-B, INIT#-4PORES-B, INIT#-5PORES-B e INIT#-6PORES-B que determinam o número de bactérias para cada variação de membrana celular com a qual o paciente A e B começará, no paciente A selecione 4 bactérias com 3 poros e 10 bactérias com 6 poros e zere as demais, repita a mesma configuração para B, ajuste o tempo de reprodução de cada bactéria para 0,5 aplique setup e após go para iniciar, espere 30 horas (de simulação) aproximadamente.

- a- Quais resultados você obteve para os pacientes A e B?
- b- Quais argumentos científicos baseados em seleção natural você utilizaria para explicar esses resultados?
- c- Quais fatores favoreceram o crescimento populacional em A e B?
- d- Quais são as condições básicas para que a evolução por seleção natural?

### **Questionário 2**

- 1- (PUC-SP 2012) O termo ‘superbactérias’ é atribuído às bactérias que desenvolvem resistência a, praticamente, todos os antibióticos. Vários fatores estão envolvidos na disseminação desses micro-organismos multirresistentes, incluindo o uso abusivo de antibióticos, procedimentos invasivos (cirurgias, implantação de próteses médicas e outros) e a capacidade das bactérias de transmitir seu material genético.

(Ciência Hoje, n 287, novembro de 2011)

A partir da leitura do texto e de seus conhecimentos de biologia, é correto afirmar que:

- a) Os antibióticos provocam alterações diretas no RNA, que é o material genético das bactérias.
- b) Na população em geral, e principalmente no ambiente hospitalar, há uma seleção de genes bacterianos que determinam resistência a antibióticos.
- c) Os antibióticos provocam alterações diretas no DNA, que é o material genético das bactérias.

- d) bactérias portadoras de mutações provocadas por antibióticos perdem a capacidade de transmitir genes a seus descendentes.
- e) Os antibióticos provocam alterações diretas nas proteínas bacterianas, uma vez que esses polipeptídeos constituem o material genético desses procariontes.

2- Por que as bactérias estão se tornando resistentes aos antibióticos? Marque V para verdadeiro e F para falso.

- ( ) Uso excessivo e indevido de antibióticos permite o desenvolvimento de bactérias resistentes a antibióticos.
- ( ) As bactérias que não morrem não são mais eficientes aos antibióticos.
- ( ) Os antibióticos não são eficazes contra infecções virais.
- ( ) O uso excessivo e/ou pouca quantidade de antibióticos pode promover a disseminação da resistência das bactérias.

3- A disseminação de superbactérias são preocupantes devido a sua alta capacidade de infecção e resistência aos antibióticos que tratam infecções mais graves, uma das medidas que potencialmente podem evitar o surgimento de bactérias mais resistentes é o maior controle de acesso a esse tipo de medicamento e se trata de uma importante medida pois.

- a) Realizam uma seleção artificial das bactérias sensíveis ao medicamento.
- b) Induzem mutações nas bactérias anteriormente sensíveis, tornando-as mais resistentes.
- c) Selecionam as bactérias já resistentes e então induzem pequenas mutações, aumentando o nível de resistência entre elas.
- d) Permitem que as bactérias sensíveis consigam competir com as mais resistentes, evitando sua disseminação.
- e) Criam um meio altamente seletivo, favorecendo a sobrevivência das superbactérias em detrimento da morte de bactérias menos resistentes.

4- Após a manipulação do programa você mudaria ou acrescentaria alguma coisa na sua resposta referente às questões:

- a) Você saberia explicar por seleção natural à razão pela qual é cada vez mais difícil conseguir comprar antibióticos sem receita?

---

---

---

- b) Você já imaginou o que aconteceria se os antibióticos deixassem de funcionar?

---

---

---

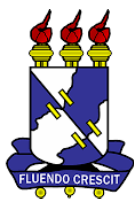
5- Em sua opinião a plataforma do NetLogo é uma ferramenta de difícil manipulação?

( ) Sim

( ) Não



## **APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA – DBI**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está convidado (a) a participar do projeto de pesquisa denominado de Simuladores Como Ferramentas Auxiliadoras no Processo Ensino-Aprendizagem de Evolução Biológica. Este estudo está sendo desenvolvido por Pedro Leonardo Barreto de Jesus, sob a supervisão do Professor Dr. Alexandre Liparini, do Departamento de Biologia-DBI/ Universidade Federal de Sergipe em São Cristóvão. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, porém poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a sua saúde ou bem-estar físico. Trata-se de uma pesquisa vinculada à disciplina de Pesquisa do Ensino de Ciências e Biologia do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, que tem como objetivo executar e apresentar uma monografia para conclusão do curso.

Caso aceite participar, demonstraremos a utilização de um recurso didático de simulação na plataforma NetLogo. Além disso, será concedido um manual online de uso do programa, elaborado pelo próprio autor e baseado nas instruções do modelo na plataforma. Em seguida lhe será apresentado um questionário para avaliar a aplicabilidade dessa ferramenta como recurso didático, além de outras questões subjetivas. Cabe ressaltar que você não terá nenhum gasto em participar dessa pesquisa. Os resultados desta pesquisa poderão ser divulgados em publicações científicas, porém os dados pessoais obtidos serão mantidos em sigilo.

Declaro que, após ter entendido tudo o que está escrito neste documento e o que o pesquisador me explicou, aceito participar como voluntário desta pesquisa, e por isso me proponho a preencher os dados solicitados.

Nome.....

Período no curso.....